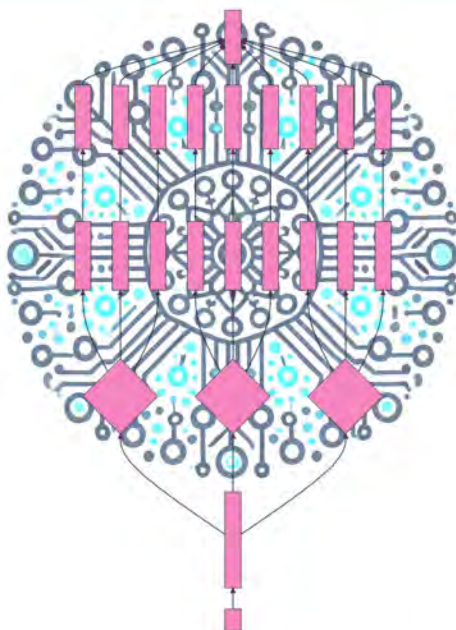


Procesamiento de la información a través de la inteligencia artificial.

Una solución a problemas reales, perspectivas desde la educación.

José Luis Cendejas Valdez
Romano Ponce Díaz
Coordinadores



Universidad Tecnológica de Morelia

Procesamiento de la información a través de la inteligencia artificial.

Una solución a problemas reales, perspectivas desde la educación.

Universidad Tecnológica de Morelia.
Directorio.

Dra. Graciela Carmina Andrade García Peláez
Rectora

Mtra. Ana Ma. Martínez Caballero
Directora académica

Lic. Andrea Sámano Arroyo
Abogado General

Universidad Tecnológica de Morelia
Av. vicepresidente Pino Suarez No. 750,
Col. Ciudad Industrial,
C.P. 58200,

Morelia, Michoacán.

Procesamiento de la información a través de la inteligencia artificial.

Una solución a problemas reales, perspectivas desde la educación.

José Luis Cendejas Valdez y Romano Ponce Díaz [Coordinadores].

Este libro fue arbitrado por especialistas en el área de la Universidad Tecnológica de Morelia mediante dictamen doble ciego entre los meses abril y mayo de 2024. La obra cuenta con el aval del H. Consejo Técnico de la Universidad Tecnológica de Morelia, autoridad que resguarda los dictámenes correspondientes, quedando a disposición de indagatoria legal.

Procesamiento de la información a través de la inteligencia artificial. Una solución a problemas reales, perspectivas desde la educación.

José Luis Cendejas Valdez y Romano Ponce Díaz [Coordinadores]. Morelia, Michoacán de Ocampo, México: Universidad Tecnológica de Morelia, 2024.

Revisión y cuidado editorial: Ximena Díaz Santillán.
Primera edición, 2024.
ISBN: 978-607-69540-1-0


Sobre los autores.

(En orden alfabético inverso)

Yadira Guillén Sánchez es licenciada en Psicología egresada de la Universidad de Morelia y realizó su maestría en educación media superior en la Universidad Nacional Autónoma de México (MADEMS). Lleva veinte años como docente de educación media superior y actualmente se desempeña como docente en la preparatoria federal por cooperación (PREFECO) "Melchor Ocampo" en Morelia. Es encargada del área de orientación vocacional y fue coordinadora del programa de tutorías.

Ximena Díaz Santillán es alumna de la Facultad de Letras, en la que cursa la Licenciatura en Lengua y Literaturas Hispánicas en la terminal de Estudios de la Comunicación. Recibió el premio Padre de la Patria en el año 2023, otorgado por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) a los alumnos de excelencia académica. Ha participado en eventos literarios y continúa escribiendo textos académicos.

Sergio Rogelio Tinoco Martínez es doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica Opción en Sistemas Computacionales por la UMSNH, 2014. Sus líneas de investigación son: visión por computadora, ciencia de datos y aprendizaje automático aplicado al Big Data. Es profesor de asignatura en la ENES Morelia en la LTICs. Es miembro del Laboratorio Interdisciplinario de Cómputo Científico de la UNAM. Ha participado en PAPIIT y PAPIME de

la UNAM con financiamiento. Tiene participación en artículos en revistas indizadas, en memorias de congresos internacionales y nacionales. Es coautor de 6 libros de texto para el CONALEP Michoacán. Es asesor de estudiantes de licenciatura y maestría. Actualmente trabaja como académico en la ENES Morelia y es el administrador de los laboratorios de cómputo LAAD de la LTICs.

Romano Ponce Díaz es prófugo del Diseño Gráfico y Doctor en Arte y Cultura por parte de la Universidad de Guadalajara. En su Maestría en Estudios Visuales de la Facultad de Artes de la UAEMEX, se enfocó en el diseño y producción artística de videojuegos. Es investigador posdoctoral en la Facultad de Letras de la UMSNH, actualmente efectúa investigación del discurso ideológico de videojuegos. Ha realizado investigación en torno a la restauración y preservación digital de videojuegos. Es Investigador Estatal Honorífico por parte del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán e Investigador Nacional Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores de CONAHCyT.

Luis Rodrigo valencia Pérez, graduado como Ingeniero Industrial y de Sistemas (ITESM), Máster en Sistemas de Información (ITESM) y Doctor en Gestión de Tecnología e Innovación (UAQ). Fué CEO de cuatro compañías en la región central de México; prendas de vestir, redes sociales (mercadotecnia), maquinados en 5 ejes para elementos de aeronaves, agricultura de precisión con drones de 8 hélices y empresas automotrices metalmecánicas. Es autor de varios libros y coautor de otros. Es ponente a nivel mundial

y columnista de numerosos artículos sobre gestión tecnológica e innovación, optimización de procesos y funciones en PyMes, es profesor investigador y Coordinador Académico de programa de maestría y licenciaturas a distancia en la Universidad Autónoma de Querétaro, Profesor invitado en Universidades de Costa Rica, Colombia y Cuba, así como asesor industrial en computación en la nube, gestión de tecnología, Ingeniería Industrial e Industria 4.0.

Juan Jesús Ocampo Hidalgo es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional (ESIME-IPN) (1995) y Maestro en Ciencias (1997) por el Centro de Investigación y estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). Es Doctor en Ingeniería (Summa cum laude) por la Technische Universität Darmstadt (TUD), en Darmstadt, Alemania, en 2004. Trabajó como investigador asistente en el Institut für Mikroelektronische Systeme, de la TUD, de 2000 a 2005. De 2006 a 2007 fue ingeniero de diseño en Teledyne-AnaFocus, en Sevilla, España. Actualmente es Profesor Asociado de Carrera Nivel D de Tiempo Completo del Departamento de Electrónica de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Tiene el Nivel I del SNII en el Área VIII Ingenierías y Desarrollo Tecnológico.

Juan Carlos González Vidal, obtuvo el grado de Doctor en Estudios Romances en la Universidad Paul Valéry Montpellier III. Es Profesor Investigador Titular C en la Facultad de Letras en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y ha sido profesor invitado

en la Universidad de Perpiñán. Ha publicado artículos en revistas de circulación nacional e internacional, así como ha escrito diversos libros sobre sus investigaciones, las cuales se han enfocado en las áreas de la semiótica y de la sociocrítica.

José Luis Cendejas Valdez, Obtuvo el título de Licenciado en Informática por la Universidad de Morelia, el Grado de Maestría en Calidad Total y Competitividad por el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán; es Dr. Por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla del programa en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología – SNP de CONAHCYT. Además de contar con una estancia de investigación en la Universidad de Arizona y un PosDoctorado en el CUCEA de la UdeG.

Iván Ávila González es Doctor en Arte y Cultura por la Universidad de Guadalajara. Profesor de la Facultad de Letras de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Su línea de investigación es el análisis de los fenómenos culturales desde la semiótica. Es Investigador Estatal Honorífico por parte del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán e Investigador Nacional Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores de CONAHCyT.

Heberto Ferreira Medina es Doctor en Tecnologías de la Información y análisis de decisiones por la UPAEP, 2015. Es profesor por horas del TECNM campus Morelia, en el posgrado de la Maestría en Sistemas computacionales y en la Ingeniería. Sus líneas de investigación desarrolladas son el cómputo paralelo, desarrollo de apps móviles, seguridad informática

y la ciencia de datos. Realizó una estancia de investigación posdoctoral en el CUCEA UdeG y en la división de investigación médica, IMSS Guadalajara, Jalisco. Ha participado en diversos proyectos financiados del TECNM y la UNAM. Es responsable del proyecto PAPIME PE10621 y PE103124 de la DGAPA UNAM. Tiene participación en artículos en revistas indizadas como autor de correspondencia y coautor. Además, ha fungido como asesor / sinodal de tesis de doctorado, de maestría y de licenciatura. Participa en cuatro laboratorios nacionales de la UNAM; LANIES, GIEB, LINEB, LANCE, RICE y SCISMEX. Es encargado de telecomunicaciones en el IIES.

Gustavo Adolfo López Saldaña es Ingeniero en Mantenimiento Industrial de profesión, con 10 años de experiencia en la industria metal-mecánica, laborando en la empresa de origen francés ALSTOM (ahora parte de General Electric); y 7 años como docente en la Universidad Tecnológica de Morelia, además de estar encargado del Laboratorio de Energías Renovables de la misma institución. Actualmente, alumno del posgrado "Maestría en Ingeniería Aplicada en la Innovación Tecnológica".

Gustavo Abraham Vanegas Contreras es Licenciado en Informática por la Universidad de Morelia y cuenta con una maestría en Gestión de Tecnologías de la Información por la Universidad Tec Milenio campus Morelia. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Morelia en la carrera de Tecnologías de la Información, tanto en Técnico Superior Universitario como en Ingeniería. Pertenece

al cuerpo académico: Transferencia Tecnológica para la Construcción de Software, el cual se encuentra en grado de consolidación por parte del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), además es docente en la Universidad de Morelia en la carrera de Ingeniería en Videojuegos y Maestría en Diseño y Desarrollo de videojuegos. Ha impartido conferencias a nivel nacional e internacional donde promueve el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el ámbito educativo.

Gibrán Aguilar Rangel es profesor/investigador en la Universidad Autónoma de Querétaro. Cuenta con un doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación, sus temas de investigación son las tendencias tecnológicas, específicamente aplicadas a la industria y el mundo financiero, como la Industria 4.0, activos digitales, inteligencia artificial, entre otros. Forma parte de la red internacional de investigación Colombia-Argentina-México. Previamente se desarrollo como consultor en el área de riesgo de negocios en Deloitte.

Froylan Hernández Rendon es Ingeniero en sistemas computacionales, con maestría en Tecnologías de la Información. Es académico responsable de cómputo y tecnologías de información en la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia. Ha participado como profesor en diferentes asignaturas de la LTICs y de la LAA y Gestión Documental. Sus áreas de especialización son seguridad informática, redes y telecomunicaciones, cómputo de alto rendimiento y tecnología educativa. Ha participado en proyectos PAPIME y PAPIIT de la UNAM. Ha fungido como asesor de tesis de licenciatura y residencias

profesionales. Es el encargado de TI en la ENES Morelia.

Eliseo Vázquez Palacios es licenciado en Negocios Internacionales, por parte de la Universidad Politécnica de Querétaro, ha trabajado en la industria en áreas relacionadas con la logística y desarrollo de negocios. Actualmente cursa la maestría en Gestión de la Tecnología en la Universidad Autónoma de Querétaro, su investigación se centra en la aplicación de la tecnología en la parte de las finanzas.

Edgar Ávila González, es Doctorante en el programa lectivo del Doctorado en Arte y Cultura de la Universidad de Guadalajara, es Maestro en Estudios de Discurso por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Licenciado en Ciencias de la Comunicación en la Universidad Vasco de Quiroga. Realizó una estancia de Investigación Académica en la Universidad de Sevilla de España. Ha publicado textos en torno a la comunicación, discurso y semiótica, en diversos espacios nacionales e internacionales. Es profesor en la Facultad de Letras de la UMSNH.

Alberto Valencia García es ingeniero en Sistemas Computacionales, con maestría en Tecnologías de Información. Ha participado como profesor en diferentes asignaturas de la LTICs de la ENES Morelia. Sus áreas de especialización son: redes de computadoras, administración de servidores y desarrollo de sistemas de información. Ha fungido como corresponsable en proyecto PAPIIT y como participante en PAPIME. Tiene coautoría en artículos de investigación y en patentes de software. Es coautor en capítulos de libros, ha tenido participación en tesis

de licenciatura. Actualmente tiene participación en el laboratorio nacional de LANIES. Es el académico responsable del soporte técnico en cómputo y tecnologías

Adelina Morita Alexander es profesora - investigadora de la Universidad Tecnológica de Querétaro y Universidad Autónoma de Querétaro, México. Doctora en Tecnología Educativa. Miembro de la Red Nacional de Innovación en Educación Superior de la ANUIES (RIESA). Coordinadora del Cuerpo Académico Innovación Educativa y Desarrollo de TIC. Perfil PRODEP desde 2014. Líneas de investigación: tecnología educativa, competencias profesionales e innovación educativa.

Consideraciones preliminares

El presente libro es un producto de investigación transdisciplinar en torno a la relación entre la Semiótica y las Inteligencias Artificiales. Esta publicación es una de las labores realizadas en la red de colaboración entre personal académico de la Maestría en Ingeniería Aplicada en la Innovación Tecnológica (MIAIT) de la Universidad Tecnológica de Morelia (UTM) y el Doctorado Interinstitucional en Arte y Cultura (DIAC) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), red que busca cooperar en la generación de productos de investigación, docencia y vinculación con la finalidad de ampliar la capacidad de investigación de ambos programas educativos.

El presente libro es la materialización textual de diversos debates, controversias y reflexiones entre la Universidad Tecnológica de Morelia, la Facultad de Letras de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo e Investigadores Posdoctorales del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología [CONACYHT] en torno a la Inteligencia Artificial como una área de estudio de las Ciencias de la Computación, a los sistemas automatizados de funciones especializadas conocidas comúnmente como Inteligencias Artificiales, y su relación e impacto en la Cultura Visual Contemporánea.

Este proyecto convocó a personas investigadoras en las áreas de las Ciencias de la Computación, la Semiótica, las Ciencias de la Comunicación, los Estudios Visuales y las Letras, a presentar sus perspectivas, propuestas y aproximaciones teóricas desde la semiótica en relación con las Inteligencias Artificiales (IA), la generación de sentido, los sistemas automatizados, sus representaciones en la cultura visual contemporánea y el impacto que la tecnología ha tenido en la formación del imaginario popular.

El presente volumen busca abonar en los esfuerzos de realizar y difundir investigaciones multi y transdisciplinares en torno a los fenómenos tecnológicos desde una perspectiva humanística. Cumpliendo la doble función de ser un documento de consulta para personas estudiantes de Ciencias Computacionales, Ciencias de la Comunicación y las Letras; de tal forma, se aspira que estos capítulos abonen a la formación de vocaciones científicas y humanísticas enfocadas en la divulgación y promoción del acceso universal al conocimiento.

Sobre educación, gigantes y granos de arena.

Una introducción por Romano Ponce Díaz.

Podemos arriesgarnos a afirmar que la humanidad ha ratificado su lugar de existencia en el mundo debido a su capacidad de conjugar diversos campos de conocimiento en objetivos específicos, siendo la supervivencia uno de esos objetivos. La supervivencia de nuestra especie ha estado estrechamente ligada a nuestra adaptación al entorno, y la adaptación del entorno a nuestras necesidades: ambas facetas de nuestra relación con el mundo se manifiestan en la tecnología como producto de un conjunto de campos de conocimiento. El conjunto de campos de conocimiento ha configurado nuestra sociedad, desde la agricultura, y la ganadería, pasando por la arquitectura y la mecánica, hasta llegar a los indispensables en nuestra realidad contemporánea, como la hidrología, energéticos, y el que nos reúne en esta ocasión: la educación.

En ocasiones anteriores hemos señalado —retomando las propuestas de Umberto Eco, por mencionar a uno de tantos— que la tecnología como campo de conocimiento inició desde el momento en el que uno de nuestros antepasados biológicos sujetó una piedra o palo con la finalidad de realizar un fin específico, pero además de ello y quizá más importante, compartió ese conocimiento

entre sus pares y las generaciones que le sucedieron.

Esto nos puede llevar a establecer una paradoja deliberada; si nos apropiamos de las palabras de Mijaíl Bajtín, podemos contemplar a las culturas como un texto polifónico, un conjunto de signos que establece un constante diálogo con el pasado, el presente y el futuro. Es decir, la cultura es una constante prolongación de aquellos que estuvieron antes que nosotros y, de una forma simbólica, en nosotros viven los esfuerzos de supervivencia, entendimiento, comprensión y aprehensión del mundo de las personas que nos antecedieron. La ciencia, el arte, y cualquier oficio, responde a la lógica de la transmisión del conocimiento, de la prolongación de la existencia del pasado por medio del presente. Nuestro presente es la manifestación del conocimiento del pasado, desde el momento en que nuestros antepasados biológicos enseñaron a otros a cómo utilizar una rama como extensión del cuerpo hasta llegar a los complejos esquemas de funcionamiento de los sistemas automatizados, en nosotros viven los esfuerzos, sacrificios, aventuras y desventuras de toda la humanidad. Si retomamos las propuestas de Ernst Cassirer, el que ahora podamos presionar un interruptor para que un foco ilumine una habitación es una manifestación de la trascendencia del espíritu humano; en esa fuente de luz se manifiesta la existencia de cientos de personas que aprendieron, estudiaron y enseñaron todos esos campos de conocimiento

que permiten que podamos realizar una proeza que ahora nos parece totalmente cotidiana. En ese mismo tenor, nos podemos arriesgar a decir que en nosotros vive el pasado y que nuestras acciones están dialogando con el futuro. La educación, la transmisión del conocimiento, el impulso de compartir lo poco o mucho que se sabe, además de una manifestación de la trascendencia del espíritu, es la gran cristalización de la esencia de la supervivencia humana.

Nosotros somos la consecuencia de las voces, los discursos, las acciones, las penurias, los logros, las venturas, las desventuras, los sacrificios, los privilegios, los accidentes, las intenciones, las emociones, los razonamientos, la fe, el escepticismo, el amor, el odio, las batallas, las derrotas, los triunfos, las lágrimas y los clamores de las personas que estuvieron antes que nosotros. El que podamos estar aquí es una gran consecuencia causal de los cientos de pasados que convergen en nosotros. Todo lo anterior no se debe confundir con una idea de solipsismo o de una existencia singular de naturaleza y destino providencial. En realidad, en este texto buscamos ratificar la educación como un diálogo con el presente para configurar el futuro. Podemos hacer una paráfrasis a las preguntas de Hideo Kojima y de Tomokazu Fukushima ¿Qué transmitiremos al futuro además de nuestros genes? ¿En qué abonará para el futuro lo que somos hoy?

Las preguntas anteriores no se plantean únicamente a los denominados docentes, educadores o formadores, es una pregunta pertinente para los artistas, escritores, arquitectos, o cualquier persona cuyas acciones tengan un diálogo con el presente, el pasado y el futuro, es decir, son preguntas para cualquier individuo.

A Bernardus Carnotensis se le atribuye el axioma "nanos gigantum humeris insidentes", el cual fue retomada por Isaac Newton para expresar: "Si he visto más lejos, es poniéndome sobre los hombros de Gigantes". Tal figura retórica la podemos interpretar como un acto de honra a aquellas personas que han generado conocimientos previos. Tal axioma es un reconocimiento de nuestras limitaciones y de la grandeza de quienes nos antecedieron. Ahora bien, tal grandeza predecesora se encuentra preponderantemente en los actos cotidianos, en los sacrificios domésticos, en los desvelos rutinarios de aquellas personas que nos han facilitado estar aquí. Con solo observar y escuchar las vivencias de las personas que estudian en cualquier institución, nos confrontaremos con historias complejas de proezas cotidianas, espirituales y materiales. Cada una de las personas estudiantes que toma asiento en un aula es la condensación de las generaciones, voces y espíritus que realizaron y realizan proezas para que esa persona pueda estar ahí. Cada una de las personas estudiantes puede ocupar un lugar en el aula porque ella y su familia ha tenido que

padecer empleos precarizados, dobles turnos laborales, vender y empeñar su poco o extenso patrimonio, hacer lo imposible para hacer lo que nuestros antepasados hicieron: sobrevivir. En cada una de las personas estudiantes viven las voces de sus madres, padres, hermanas, hermanos, abuelas. Todas esas generaciones son los verdaderos Gigantes que nos permiten ver aún más lejos.

Cada una de las personas estudiantes es la manifestación de la trascendencia del espíritu humano, de la lucha implacable por la supervivencia. Las personas frente al aula no tienen únicamente la responsabilidad —e incluso obligación moral— de compartir el conocimiento que se les fue transmitido anteriormente, también tienen el encargo de preservar todas esas voces del pasado que se precipitan en cada una de las personas estudiantes. De tal forma, la labor que podemos denominar educación no se trata de ese apostolado amorfo e indefinido de "formar al futuro", es la labor concreta de compartir lo que se nos ha dado, de preservar y honrar los sacrificios de esas personas que integran a un grupo de estudiantes. Enmendar los errores del pasado, preservar las voces del pasado, compartir aquello que se nos ha transmitido, de alguna forma, esa es una de las aristas más complicadas de la labor educativa.

En nuestro discurso vive el discurso del pasado; en nuestro discurso vive el del presente y el del futuro. No podemos ser arrogantes al creer que podemos determinar qué

es aquello que trascenderá de nosotros en el futuro, pero sí podemos intentar configurar un presente desde la dignidad y la generosidad, para que cuando nuestra existencia se diluya como granos de arena en las dunas de lo que antes fueron la selva de los signos y las cosas, aquello que permanezca ayude a configurar un futuro más digno que el presente en el que existimos.

Este libro aspira a compartir lo poco que somos a partir de lo mucho que se nos ha transmitido.

Tabla de contenidos

La inteligencia artificial en el contexto actual, historia y aplicaciones

La inteligencia artificial en el contexto actual, historia y aplicaciones.

Gibrán Aguilar Rangel & Eliseo Vázquez Palacios.

La inteligencia artificial en el contexto actual, historia y aplicaciones

Por Gibrán Aguilar Rangel y Eliseo Vázquez Palacios

Introducción

En el transcurso de su evolución, la inteligencia artificial (abreviado como IA) ha experimentado considerables avances que han redefinido la manera en que ciertos problemas son abordados y resueltos. Desde sus primeros días, centrados en algoritmos básicos, hasta la era actual marcada por el aprendizaje profundo y las redes neuronales, la IA tiene el potencial de revolucionar el cómo las máquinas generan procesos de comprensión, razonamiento y aprendizaje.

El impacto potencial de la inteligencia artificial en la capacidad de resolver problemas se manifiesta en la habilidad incremental de análisis de datos, en cantidades mayores a las que un sistema normal podría analizar de manera rápida y precisa, en la identificación de patrones complejos y el ofrecer soluciones relativamente eficientes. Esto no solo ha mejorado la eficacia en tareas rutinarias, sino que también ha permitido abordar desafíos más complejos en campos como la medicina, la logística y la investigación científica.

La evolución de la inteligencia artificial ha llevado a la creación de sistemas autónomos, capaces de tomar decisiones informadas y adaptarse a situaciones cambiantes. Asimismo, el crecimiento en la capacidad de procesamiento y la disponibilidad de grandes conjuntos de datos han potenciado el aprendizaje automático, permitiendo a las máquinas mejorar continuamente su rendimiento sin intervención humana directa.

Declaración de la tesis central del capítulo: cómo la inteligencia artificial aborda problemas reales a través del procesamiento de información.

Sección 1: Fundamentos y bases de la Inteligencia Artificial

1.1 Qué es la Inteligencia Artificial:

La evolución de la IA ha sido notable a lo largo de las décadas, redefiniendo radicalmente el cómo nos enfrentamos y trabajamos en resolver problemáticas de diversos campos. Desde sus primeros conceptos en la década de los años 50 hasta la actualidad, la IA ha pasado por avances significativos, marcados por la transición de algoritmos más simples a modelos más complejos y sofisticados.

En la contemporaneidad, la IA tiene potencial de aplicación en diversos subcampos, cada uno contribuyendo de manera única a sus aplicaciones prácticas. Uno de los

pilares fundamentales es el aprendizaje automático, un enfoque que busca que las máquinas “aprendan” una serie de patrones, mejorando su rendimiento sin intervención humana directa. Este subcampo ha sido impulsado por avances en algoritmos y modelos como las redes neuronales profundas, que han demostrado ser eficaces en tareas como reconocimiento de voz, clasificación de imágenes y toma de decisiones (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

El procesamiento del lenguaje natural (PLN) es otro subcampo crucial, el cual se centra en la manera en que las computadoras y el lenguaje humano interactúan. Con el PLN los dispositivos computacionales pueden entender, interpretar y generar texto que parece más natural. Esto ha llevado al desarrollo de asistentes virtuales inteligentes, sistemas de traducción automática y análisis de sentimientos en el ámbito del procesamiento de texto (Jurafsky & Martin, 2018).

La visión por computadora, por su parte, enfatiza la capacitación a ordenadores para interpretar y percibir el mundo visual que las rodea. Avances en esta área han resultado en aplicaciones como el reconocimiento facial, la clasificación de imágenes y la realidad aumentada (Gonzalez & Woods, 2018).

Estos subcampos no solo han impulsado la IA a nuevas alturas, sino que también han abierto posibilidades emocionantes para la resolución de problemas en varios

sectores. Empezando en campos tan esenciales como la atención médica, llegando a áreas de logística e investigación, la IA se ha ido convirtiendo en una versátil herramienta para la optimización de procesos, la toma de decisiones informadas y abordar desafíos complejos.

1.2 Inteligencia Artificial: Inicios a la actualidad

La evolución de la IA representa un fascinante recorrido desde sus conceptos iniciales hasta los desarrollos más recientes, marcando una trayectoria que ha transformado profundamente la manera en que entendemos y utilizamos la tecnología.

Sus inicios se pueden trazar a la primera mitad del siglo XX, si bien no es posible afirmar que haya sido el primero, pero al plantear Alan Turing la pregunta fundamental: "¿pueden las máquinas pensar?", estaba sentando la base para su posterior desarrollo. Este cuestionamiento, acompañado por el desarrollo del test de Turing, estableció un marco para explorar la posibilidad de la inteligencia artificial (Turing, 1950).

Las décadas de 1950 y 1960 fueron testigos de un entusiasmo inicial y de la concepción de las primeras ideas y algoritmos que sentaron las bases para la IA. El nacimiento del término "inteligencia artificial" se atribuye a John McCarthy, quien organizó la famosa Conferencia

de Dartmouth en 1956, donde se discutieron los primeros enfoques y desafíos en este campo (McCarthy et al., 1955).

A lo largo de los años, la IA pasó por ciclos de promesas y desafíos, coloquialmente llamados "inviernos" y "veranos" de la inteligencia artificial. Durante los inviernos, el interés y la financiación disminuyeron debido a las expectativas no cumplidas, mientras que los veranos representaron períodos de avances significativos y nuevos descubrimientos (Russell & Norvig, 2018).

Durante la década de 1980 el enfoque se desplazó hacia el conocimiento simbólico y los sistemas expertos, que buscaban emular el razonamiento humano a través de reglas lógicas. Sin embargo, estos enfoques mostraron limitaciones en el manejo de lo desconocido y lo complejo del mundo real.

El renovado interés por la IA en décadas recientes se atribuye a logros en el aprendizaje automatizado, especialmente el desarrollo de redes neuronales profundas. La capacidad de estas redes para aprender patrones complejos a partir de grandes conjuntos de datos ha llevado a avances notables en tareas como reconocimiento de imágenes, procesamiento de lenguaje natural y toma de decisiones (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

El campo de la IA está presente en un gran rango de aplicaciones, desde los de servicio al cliente como asistentes virtuales y algoritmos de recomendación, pasando por

automóviles de navegación autónoma, hasta usos en el área de la salud como sería el diagnóstico médico. Este recorrido histórico refleja no solo el progreso tecnológico, sino también la persistente búsqueda de replicar la inteligencia humana en las máquinas, llevando a un camino de cambio en la sociedad y en el cómo enfrentamos los desafíos del siglo XXI. La historia de la IA es un testimonio de la curiosidad humana y la continua búsqueda de superar las fronteras de la inteligencia artificial.



Figura 1. Historia abreviada de la IA. Elaboración propia.

Sección 2: Aplicaciones Concretas en la Resolución de Problemas Reales



Figura 2. Aplicaciones de la IA. Elaboración propia

2.1 Salud

El adaptar la IA en ciertas partes del proceso médico ha conllevado a una era de avances significativos en los rubros de diagnóstico de pacientes, el análisis de elementos visuales y descubrimiento de medicamentos, redefiniendo fundamentalmente la práctica médica y la investigación farmacéutica.

1. Diagnóstico Médico

En el diagnóstico, la IA se ha posicionado como una herramienta versátil. Como ejemplos, el área de radiología

se ha visto beneficiada por algoritmos avanzados de aprendizaje profundo que tienen la capacidad de examinar elementos visuales complejos, tales como las radiografías, las tomografías computarizadas, las resonancias magnéticas, etc., para identificar patrones sutiles que serían complicados de identificar con una revisión manual. Ejemplificando su utilidad, en la detección temprana de enfermedades como el cáncer de mama, la IA puede analizar mamografías con velocidad y precisión, mejorando las tasas de detección (Esteva et al., 2017).

2. Análisis de Imágenes Médicas

La aplicación de la IA en el análisis de imágenes médicas ha transformado la interpretación radiológica. Algoritmos con procesamiento de elementos visuales mejoran la visualización de áreas específicas de interés, asistiendo a profesionales médicos en la detección rápida y precisa de anomalías. Además, en campos como la oftalmología, la IA se despliega en la interpretación de imágenes de la retina, facilitando la identificación temprana de condiciones como la retinopatía diabética (Gulshan et al., 2016).

3. Descubrimiento de Medicamentos

En la investigación farmacéutica, la IA está jugando un rol importante en el descubrimiento de nuevos medicamentos. Al analizar vastos conjuntos de datos, los algoritmos pueden prever la eficacia de compuestos

químicos, identificar candidatos a fármacos y optimizar estructuras moleculares. Este enfoque acelerado no solo agiliza el proceso de desarrollo de medicamentos, sino que también abre la puerta a la exploración de terapias novedosas y personalizadas, adaptadas a las necesidades individuales de los pacientes (Schneider, Schneider, & Schneider, 2020).

Estos ejemplos destacan cómo la IA puede coadyuvar a una mejor toma de decisiones médicas, así como también contribuir a avanzar hacia un paradigma más predictivo y preventivo en la atención médica. Conforme la tecnología avance en su proceso evolutivo, se prevé que la IA seguirá siendo un pilar esencial en el progreso de la atención médica y el desarrollo de terapias innovadoras.

2.2 Finanzas

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) en el rubro de las finanzas ha generado casos de estudio destacados en áreas clave como el análisis financiero, prevención y detección de fraude y el anticiparse a los cambios en los mercados, transformando radicalmente la manera en que se abordan los desafíos en este sector.

1. Análisis Financiero

La IA ha demostrado su valía en el análisis financiero al proporcionar herramientas avanzadas para la evaluación de datos financieros complejos. Algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar informes financieros, patrones

históricos y datos macroeconómicos en tiempo real para proporcionar análisis más precisos y detallados. Un caso ilustrativo es el uso de la IA para predecir tendencias del mercado, identificar oportunidades de inversión y evaluar el rendimiento de carteras de inversión con mayor eficiencia (Lo, 2018).

2. Detección de Fraudes

En la detección de fraudes, la IA ha revolucionado la capacidad de identificar patrones sospechosos en grandes conjuntos de datos financieros. Algoritmos de aprendizaje automatizado cuentan con la capacidad de analizar transacciones mientras van ocurriendo, detectando anomalías que podrían indicar actividades fraudulentas. Un ejemplo destacado es la aplicación de la IA en la detección de fraudes en tarjetas de crédito, donde se evalúan patrones de gastos para identificar transacciones inusuales y proteger a los clientes de actividades fraudulentas (Phua et al., 2010).

3. Predicción de Mercados

La predicción de mercados ha sido un campo donde la IA ha ofrecido ventajas significativas. Ciertos algoritmos especializados tienen la capacidad de analizar un gran número de datos y patrones financieros, así como noticias relevantes con el fin de prever movimientos del mercado con mayor precisión. En el ámbito de la inversión, la IA se utiliza para tomar decisiones automatizadas y estrategias de trading, adaptándose dinámicamente a las condiciones del

mercado en tiempo real (Hsu et al., 2017).

La revisión de estos casos de estudio son un ejemplo de cómo la correcta aplicación de la inteligencia artificial para el sector financiero tiene el potencial de acarrear mejoras en la parte operativa, fortaleciendo a su vez los procesos de toma de decisiones al generar análisis con mayor fiabilidad y en menor tiempo. Conforme la tecnología se vaya perfeccionando, su rol dentro de la optimización de procesos financieros y la gestión de riesgos será, seguramente, más relevante.

2.3 Educación

Con cada gran avance tecnológico el sector educativo tiende a verse afectado: desde la imprenta hasta las computadoras y el internet, han modificado como acceden los estudiantes a la información. La inteligencia artificial no es excepción, si bien aún no está en etapa de maduración, existen indicios de cómo puede afectar a futuro, con las aplicaciones que se están dando de manera actual.

1. Personalización del Contenido

La IA puede utilizarse para el análisis de indicadores de rendimiento individual de cada estudiante, identificando sus fortalezas y debilidades. Con esta información, los sistemas de aprendizaje automático pueden personalizar el contenido educativo, proporcionando a cada estudiante actividades y recursos adaptados a su nivel de comprensión y estilo de aprendizaje. Esta personalización no solo fomenta

un aprendizaje más efectivo, sino que también aborda las necesidades individuales de cada estudiante, mejorando su participación y retención del material (Baker et al., 2008).

2. Retroalimentación Instantánea

La IA permite la entrega de retroalimentación instantánea y específica. Mediante algoritmos de evaluación automática, los sistemas pueden analizar respuestas de los estudiantes en tiempo real, identificando errores comunes y proporcionando explicaciones detalladas. Esta retroalimentación inmediata no solo facilita la corrección de errores, sino que también fomenta un proceso de aprendizaje continuo y autodirigido, empoderando a los estudiantes para mejorar constantemente su comprensión de los conceptos (VanLehn et al., 2007).

3. Adaptación Dinámica

La adaptación dinámica es una característica destacada de la IA en este sector. La idea es que se puedan ajustar el nivel de dificultad y la complejidad del material de aprendizaje en función del progreso de cada individuo. El objetivo es que el avance sea personal, generando desafíos adecuados sin abrumarlos. Además, la adaptación dinámica se extiende a la diversidad de estilos de aprendizaje, creando un entorno educativo más inclusivo y accesible para todos (D'Mello et al., 2019).

Estos ejemplos resaltan cómo la inteligencia artificial no solo personaliza la educación, sino que también

abre nuevas posibilidades para un aprendizaje más efectivo y centrado en el estudiante. La capacidad de adaptarse de manera dinámica y proporcionar retroalimentación instantánea destaca el papel crucial que la IA puede desempeñar en la evolución continua del proceso educativo.



Figura 3. El estudiante como centro en la educación con IA. Elaboración propia.

Sección 3: Desafíos y Consideraciones Éticas

3.1 Desafíos en el Procesamiento de la Información mediante IA:

Conforme la inteligencia artificial (IA) se vuelve de uso más común, los desafíos, tanto técnicos como éticos, comienzan a incrementarse. La discusión de estos desafíos proporciona una visión integral de las consideraciones críticas que rodean la implementación y evolución de la IA

en sus diversos usos y aplicaciones.

El crear algoritmos de IA complejos es esencial para abordar tareas sofisticadas. Sin embargo, esta complejidad puede llevar a la opacidad, dificultando el proceso interno que lleva a la toma de decisiones. La interpretación de estos resultados de algoritmos complejos presenta desafíos, sobre todo en áreas especialmente sensibles como es el sector salud y el sector financiero.

Esta opacidad en cómo se manejan dichos algoritmos plantea desafíos significativos. El ser incapaz de interpretar completamente cómo la IA llega a conclusiones específicas puede generar desconfianza y dificultar la aceptación generalizada.

Otra complicación es que la IA toma de los datos de entrenamiento todo lo presente, incluyendo los sesgos propios de los autores de dichos datos, lo que lleva a resultados sesgados. Este sesgo puede perpetuar desigualdades y discriminación. La necesidad de desarrollar algoritmos imparciales y equitativos es crucial para garantizar que la IA se comporte con todas las comunidades de la misma forma.

El origen de los datos que se utilizan para el entrenamiento de modelos de IA representa otra problemática importante en términos tanto de privacidad como de derechos de autor. La necesidad de equilibrar la utilidad de la información con la protección de la privacidad es un desafío ético clave. Además, la seguridad de los modelos de

IA frente a ataques y manipulaciones es una preocupación que debe abordarse.

La adopción de tecnologías de IA a menudo conlleva costos significativos en términos de infraestructura, capacitación y mantenimiento. Estos costos pueden limitar el acceso a la IA en entornos con recursos limitados, generando brechas en la adopción tecnológica.

Definir claramente las responsabilidades en caso de mal funcionamiento o decisiones erróneas de la IA es esencial. Establecer marcos de responsabilidad y rendición de cuentas garantiza un uso ético y seguro de la tecnología.

3.2 Consideraciones Éticas

El cambio y desarrollo incremental de la inteligencia artificial (IA) crea interrogantes tanto de índole ética como social, que resultan cruciales, especialmente en lo que respecta a la responsabilidad en su desarrollo y aplicación. Estas reflexiones se sumergen en la necesidad imperante de evitar sesgos inherentes y asegurar la equidad en un ámbito donde las decisiones automatizadas pueden tener un impacto profundo en la vida cotidiana.

Al crear los algoritmos se debe considerar este compromiso. La búsqueda activa de transparencia y conocimiento en cómo se forman las decisiones dentro de la IA es fundamental. Un entendimiento claro de cómo se llega a conclusiones específicas permite la identificación temprana y la corrección de posibles sesgos, fomentando

la confianza tanto en usuarios como en desarrolladores (Diakopoulos, 2016).

La implementación de auditorías sistemáticas es esencial. Evaluar regularmente la presencia de sesgos en los modelos de IA garantiza un ajuste constante y una mejora continua. Abordar y corregir sesgos identificados es fundamental para evitar la perpetuación de prejuicios y discriminación en cómo funcionan los sistemas de IA.



Figura 4. Creación de un sistema de IA. Elaboración propia.

La responsabilidad no concluye con el lanzamiento de un sistema de IA; más bien, se extiende a su aplicación práctica. El monitoreo continuo de resultados y la retroalimentación de los usuarios son mecanismos esenciales para asegurar que los sistemas no generen impactos

discriminatorios. La adaptabilidad constante es crucial para abordar situaciones cambiantes y emergentes, asegurando una aplicación ética y justa (Diakopoulos, 2016).

La inclusión de perspectivas diversas en cada etapa del desarrollo y puesta en marcha de la IA es esencial. La participación activa de grupos diversos en la toma de decisiones no solo previene sesgos inherentes, sino que también garantiza que los sistemas de IA consideren una variedad de valores y necesidades, promoviendo así la equidad (Crawford et al., 2019).

Sentar bases sólidas con un principio ético fuerte es fundamental para guiar las decisiones en el desarrollo y aplicación de la IA. Los principios éticos deben reflejar valores sociales y normas éticas. Estas bases serán el marco para la selección de decisiones éticas y contribuirán a la construcción de sistemas de IA que beneficien a la sociedad en su conjunto.

Las organizaciones involucradas en el desarrollo de estos sistemas, así como sus usuarios, necesitan hacerse responsables a nivel institucional. Establecer políticas claras, procesos de rendición de cuentas y mecanismos para abordar problemas éticos y sesgos es esencial. La responsabilidad institucional no solo garantiza una aplicación ética, sino que también fortalece la confianza en el uso de la IA (Jobin, Ienca, & Vayena, 2019).

Las reflexiones sobre la responsabilidad en lo antes mencionado buscan construir una base ética sólida. Evitar sesgos y garantizar la equidad son elementos cruciales en el intento de crear una IA que contribuya positivamente a la sociedad, mejorando la vida de las personas de manera justa y ética.

Conclusión

En el transcurso de su evolución, la inteligencia artificial (IA) ha experimentado notables avances que han transformado la manera en que abordamos y resolvemos problemas. Desde sus primeros días, centrados en algoritmos básicos, hasta la era actual marcada por el aprendizaje profundo y las redes neuronales, la IA ha revolucionado la capacidad de las máquinas para comprender, razonar y aprender.

El impacto de la inteligencia artificial en la resolución de problemas se manifiesta en su capacidad para analizar enormes conjuntos de datos de manera rápida y precisa, identificar patrones complejos y ofrecer soluciones eficientes. Esto no solo ha mejorado la eficacia en tareas rutinarias, sino que también ha permitido abordar desafíos más complejos en campos como la medicina, la logística y la investigación científica.

La evolución de la inteligencia artificial ha llevado a la creación de sistemas autónomos, capaces de tomar

decisiones informadas y adaptarse a situaciones cambiantes. Asimismo, el crecimiento en la capacidad de procesamiento y la disponibilidad de grandes conjuntos de datos han potenciado el aprendizaje automático, permitiendo a las máquinas mejorar continuamente su rendimiento sin intervención humana directa. La historia de la IA es un testimonio de la curiosidad humana y la continua búsqueda de superar las fronteras de la inteligencia artificial.

La aplicación práctica de la inteligencia artificial en la resolución de problemas reales abarca diversos campos. En la salud, ha mejorado el diagnóstico médico, el análisis de imágenes y el descubrimiento de medicamentos, transformando la atención médica. En finanzas, ha revolucionado el análisis financiero, la detección de fraudes y la predicción de mercados, optimizando la toma de decisiones en este sector. En la educación, ha personalizado la experiencia de aprendizaje, adaptando el contenido y proporcionando retroalimentación instantánea, mejorando la efectividad educativa.

No obstante, el uso generalizado de la IA plantea desafíos técnicos y éticos. La complejidad de los algoritmos, la falta de transparencia, la posibilidad de sesgos, las preocupaciones sobre privacidad, los costos asociados y la necesidad de establecer responsabilidades son aspectos críticos que requieren atención.

En cuanto a las consideraciones éticas, la responsabilidad en el desarrollo y aplicación de la IA es crucial para evitar sesgos y garantizar la equidad. La transparencia en el diseño, la participación diversa, la adaptabilidad constante y el establecimiento de marcos éticos son esenciales. La reflexión sobre la responsabilidad busca construir una base ética sólida, evitando sesgos y asegurando que la IA contribuya positivamente a la sociedad de manera justa y ética.

Fuentes de información:

Russell, S., & Norvig, P. (2018). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.). Pearson.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.

Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2018). Speech and Language Processing.

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing (4th ed.). Pearson.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, 49(236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Retrieved from http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep

Learning. MIT Press.

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing. Pearson.

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Montseny, J., & Dermatology, S. M. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature, 542(7639), 115–118.

Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., ... & Webster, D. R. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. JAMA, 316(22), 2402-2410.

Schneider, P., Schneider, G., & Schneider, P. (2020). De novo molecular design based on generative recurrent neural networks and reinforcement learning. Journal of chemical information and modeling, 60(5), 2050-2058.

Lo, A. W. (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Financial Markets. Journal of Financial Data Science, 1(1), 3-14.

Phua, C., Lee, V., Smith, K., & Gayler, R. (2010). A comprehensive survey of data mining-based fraud detection research. arXiv preprint arXiv:1009.6119.

Hsu, P. H., Hsu, C. W., Wang, C. J., & Lu, C. J. (2017). Enhancing portfolio decision-making using machine learning: An empirical study. Journal of Forecasting, 36(8), 915-931.

Baker, R. S., Corbett, A. T., & Koedinger, K. R. (2008). Detecting student misuse of intelligent tutoring

systems. In Proceedings of the Third International Conference on Educational Data Mining.

VanLehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., Shelby, R., Taylor, L., & Treacy, D. (2007). The Andes physics tutoring system: Lessons learned. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 17(3), 147-204.

D'Mello, S., diBisceglie, R., & Blanchard, N. (2019). Adaptive Learning Systems. In The Cambridge Handbook of Cognition and Education.

Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. Harvard Data Science Review, 1(1).

Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. Big Data & Society, 3(2), 2053951716679679.

Diakopoulos, N. (2016). Accountability in algorithmic decision making. Communications of the ACM, 59(2), 56-62.

Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. California Law Review, 104(3), 671-732.

Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, 1(9), 389-399.

La mujer artificial, ideal en *Frankenstein* y su proyección en los asistentes virtuales

La mujer artificial, ideal en Frankenstein y su proyección en los asistentes virtuales.

Ximena Díaz Santillán.

La mujer artificial, ideal en *Frankenstein* y su proyección en los asistentes virtuales

Ximena Díaz Santillán
Facultad de Letras
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Resumen.

En el presente texto se realiza un análisis desde la Crítica literaria feminista sobre el imaginario de la *mujer ideal* creada como una Inteligencia Artificial dentro de la obra *Frankenstein*, de la autora Mary Shelley, así como la relación de esta con la figura mítica de Lilith, quien constituye el mismo temor de la sociedad con respecto a dichas inteligencias, al ser una creación que "sale mal", es decir, que contra la idea con que fue concebida, se niega a seguir las órdenes de su creador o usuario.

Palabras clave: Lilith, inteligencia artificial, criatura femenina.

Una aproximación a la crítica literaria feminista.

Para entender este análisis es preciso explicar qué es la crítica literaria feminista y la manera en que se aplica a los textos literarios. Como señala David Viñas (2002, p. 26), desde la antigüedad existen diversas disciplinas y maneras de teorizar las obras literarias tanto en el contenido como en la forma. Sería hacia la mitad de la década de 1960

que la teoría literaria sufra un cambio de paradigma en su manera de comprender los textos literarios y, por lo tanto, de analizarlos, en un contexto de transformación social y de pensamiento (Vivero, 2012, p.73).

Jaques Derrida, explica Cándida Vivero, comienza a tomar en cuenta implicaciones extra textuales, a las que se unen teorías como la Estética de la recepción en la que se da mayor importancia a la interpretación que el lector hace de la obra (2012, p. 73-74). En este contexto de transformación social se abre un espacio para la teoría feminista, que encuentra un punto de desarrollo en la literatura: "La teoría literaria feminista comienza a surgir entonces del debate hacia la primacía del falogocentrismo y a la puesta en evidencia de la exclusión de otros sujetos de enunciación, entre los que se encuentra la mujer/autora." (Vivero, 2012, p. 74).

La *crítica literaria*, por su parte, es definida por Viñas en un sentido genérico que engloba toda actividad intelectual encaminada al análisis y comprensión de las obras literarias, con sus diversos procedimientos y técnicas (2002, p. 26). Por lo tanto, la crítica literaria es la aplicación de las teorías en torno a los textos literarios. En el caso de la crítica feminista, existe una ramificación en dos corrientes, la anglo-americana y la francesa aunque, según Viñas (2002, p. 554), en ambos casos el objetivo principal es un cambio político y social que se extiende hacia el ámbito de

la cultura; en palabras de Toril Moi, el objetivo es "tratar de exponer las prácticas machistas para erradicarlas" (cit. por Viñas 2002, p. 554). Entre las representantes de dichas corrientes se encuentra Kate Millet, considerada precursora de la tradición angloamericana, y quien utiliza el término *patriarcado* o "gobierno del padre" para describir la causa de la opresión de las mujeres, además de defender la necesidad de atender al contexto social y cultural de la obra literaria para acceder a sus premisas subyacentes (Viñas, 2002, p. 555). En la rama francesa, señala Viñas (2002, p. 560), se encuentra Simone de Beauvoir, quien afirma que la feminidad es un factor cultural, y que es la opresión machista la que impone ciertos modelos sociales de lo femenino.

La crítica literaria feminista, consecuentemente, plantea que no hay una "naturaleza femenina" a la que las mujeres obedezcan, puesto que es el sistema patriarcal el que las sitúa en una posición de desventaja que se representa en los textos literarios de manera más o menos explícita, por lo que es necesario atender a consideraciones más allá de la literalidad del texto para entender sus connotaciones, entendiendo estas como los significados que se asocian a un objeto dado, partiendo de su significado primario en relación con la situación en que este se encuentra (Eco, 2000).

El presente análisis toma en cuenta las circunstancias de producción de la novela, el contexto social y la época para establecer la relación del discurso presente en *Frankenstein*

con la sociedad en la que se desarrolla. De la misma manera, se establece la conexión entre los elementos centrales de la obra con el imaginario social de la *mujer ideal* y su similitud con el imaginario de lo que es una Inteligencia Artificial, así como las recurrencias entre esta obra literaria y el mito de la creación en donde aparece la figura de Lilith, para lo cual se emplea el concepto de *intertextualidad,* acuñado por Julia Kristeva en el año 1967, quien señala que todo texto es un mosaico de citas, es decir, todo texto es la absorción y transformación de otro texto (Higuera, et. al. 2015, p. 191). Se toman en cuenta las características de los personajes principales para establecer los roles compartidos que hacen posible dicha intertextualidad.

***Frankenstein*: contexto de su creación como obra literaria.**

Frankenstein o el moderno Prometeo nace, como obra literaria, en el siglo XVIII, época de renovación de las concepciones sobre la literatura y la figura del autor en el mundo europeo. Se inscribe, por lo tanto, en el contexto de surgimiento del romanticismo, cuya esencia consiste en la exaltación de los sentimientos y la originalidad de las obras, contrario a la anterior tendencia neoclásica en la que se pretende alcanzar una perfección a la manera de aquellos autores considerados clásicos (Viñas, 2002, p. 267).

Mary Shelley, autora de la novela, nace en 1797

en Inglaterra como producto de la relación entre la filósofa Mary Wollstonecraft, quien abogaba en sus escritos por la igualdad de las mujeres respecto a los hombres, y el filósofo Willian Godwin, precursor del anarquismo filosófico, quien afirmaba que el hombre debe rechazar a las instituciones que lo oprimen para ser libre (Poblete, 2018). La autora, por lo tanto, creció en un ambiente intelectual rodeada de ideas revolucionarias y al tanto de los avances sociales y científicos de una época marcada por la revolución industrial británica iniciada en 1760 (Acuña-Muriño, Ponce-Díaz, & Ávila-González, 2024); esta, como señala Mark Cartwright (2023), trajo consigo un aumento en las desigualdades sociales con el crecimiento de la clase burguesa y al aumento de la riqueza de los antiguos terratenientes, generando también un contraste entre los desarrollos tecnológicos de la época y la situación de pobreza en la que se encontraba gran parte de la población británica. Mariana Poblete (2018) señala que Mary conoció al poeta Percy Bysshe Shelley en 1814, con quien contrajo matrimonio, e inició una amistad con Lord Byron. Sería este quien, en el verano de 1816, los invitaría a pasar una temporada en Ginebra, situación determinante para el nacimiento de *Frankenstein* como obra literaria, como relata la propia autora en el prólogo a su obra:

> La temporada era fría y lluviosa, y por las noches nos agrupábamos en torno a la chimenea.

> Ocasionalmente nos divertíamos con historias alemanas de fantasmas, que casualmente caían en nuestras manos. Aquellas narraciones despertaron en nosotros un deseo juguetón de emularlos. Otros dos amigos [...] y yo nos comprometimos a escribir un cuento cada uno, basado en algún acontecimiento sobrenatural (Shelley, 2004, p.7).

Pese a ser concebido como un cuento, el relato se desarrolló hasta convertirse en una novela que va más allá del aspecto sobrenatural: en ella se narra la historia de Víctor Frankenstein, un hombre ginebrino que desde su infancia se interesa por los misterios de la vida y crece en una familia armoniosa. Ya en su juventud recibe la oportunidad de estudiar en el extranjero, donde nacerá la idea de crear vida a partir de seres inanimados, y este se ve impulsado a llevar a cabo esos experimentos debido al dolor por la reciente pérdida de su madre; pese a que su experimento funciona, el científico se ve horrorizado ante el resultado que considera monstruoso y cae enfermo mientras su creación escapa.

A partir de este momento, se sucederán una serie de tragedias a consecuencia del experimento de Víctor quien, en un encuentro con la criatura, descubre que este puede hablar y que conoce el funcionamiento de la sociedad debido a su observación de la dinámica familiar de los dueños del granero donde pasó una temporada escondido.

Ante el rechazo de dicha familia, la criatura decide buscar a su amo para pedirle que haga un ser igual a él, pero con una diferencia: “Debes crear para mí una compañera, con la cual pueda vivir intercambiando el afecto que necesito para poder existir. Esto solo lo puedes hacer tú, y te lo exijo como un derecho que no puedes negarme” (Shelley, 2004, p. 114).

El científico accede en un inicio convencido por los argumentos de la criatura, sin embargo, detiene su tarea al considerarla una locura y destruye el cuerpo en el que trabajaba, situación que llevará a más catástrofes causadas por la ira de su creación, lo que desencadenará finalmente en la autoinmolación de este ser.

La obra, en consecuencia, se inscribe también dentro del género de la *ciencia ficción,* y es considerada incluso como su precursora, ya que el elemento central de la narración es la creación de un ser mediante procedimientos médicos y científicos que no se habían intentado hasta el momento. El nombre del género mencionado nace en 1926 de mano del escritor Hugo Gernsback, y su característica principal es “la capacidad de crear escenarios que inspiren debates filosóficos, sociales o científicos sobre la naturaleza del hombre y de la sociedad, plantear dudas, señalar peligros o buscar respuestas”(Biblioteca Nacional de España, 2010, p. 2).

Mary Shelley señala en el prólogo de su obra que se basó en los estudios tanto de Charles Darwin como de otros

fisiólogos alemanes para la creación de su relato, y explica que el interés de este radica en la novedad de las situaciones que desarrolla, pues ofrece la posibilidad de analizar las pasiones humanas a través de un ejercicio de imaginación (2004, p. 6). Es por ello que el análisis de la obra puede llevarnos a una relación de sus elementos con cuestiones sociales relacionadas con los temores de los seres humanos desde un aspecto más allá de lo sobrenatural.

Inteligencia Artificial: el juego de la creación.

La inteligencia artificial (IA), según el portal web de Hewlett Packard Enterprise[01], se refiere a cualquier conducta humana que desarrolle una máquina o sistema, con la finalidad de analizar conjuntos enormes de datos y resolver problemas de manera eficiente. Uno de los enfoques más empleados en las IA es el del aprendizaje profundo, y el citado portal explica que este "utiliza una combinación de redes neuronales artificiales de múltiples capas, formación con uso intensivo de procesamiento y datos, inspirada en nuestra última comprensión del cerebro humano" (Hewlett Packard Enterprise, s.f.).

Las inteligencias artificiales, por ende, son aquellos sistemas desarrollados por los seres humanos que intentan replicar el funcionamiento de la mente para lograr la resolución de problemas, evitando aquellas condiciones

01 Consultado el 07 de marzo del 2024

de la humanidad que puedan resultar en un obstáculo para su eficiencia y, por lo tanto, dificultar la intención de sus creadores o usuarios

En el mismo portal se explica que para 1950, en el texto "Maquinaria de computación inteligente", el matemático Alan Turing ya hablaba de construir máquinas inteligentes, pero sería cinco años más tarde cuando se presente el primer programa de inteligencia artificial en el Proyecto de Investigación de verano sobre Inteligencia Artificial de Dartmouth (DSPRAI), evento a partir del cual las investigaciones sobre las IA iniciarán un camino de veloz desarrollo. Sin embargo, a la par de este impulso en las investigaciones ocurrió un florecimiento de la literatura de ciencia ficción, incorporando un temor que aún permanece en la sociedad: ¿son las máquinas capaces de rebelarse contra el ser humano?

En el Informe Público de "Percepción social de la Inteligencia Artificial en España" se señala que más de la mitad de la población de dicho país se encuentra igualmente preocupada que emocionada por el aumento del uso de programas informáticos de IA en la vida diaria, señalando entre sus preocupaciones que la inteligencia artificial "es peligrosa y engaña a las personas" (2023, p. 30), así como el temor ante posibles efectos imprevistos. A estos datos se añade la preocupación por la posibilidad de que dichas tecnologías pudieran conocer los comportamientos y

pensamientos humanos, así como tomar decisiones en la vida de estos (2023, p.31). Es decir, los temores de la sociedad respecto al desarrollo de estas tiene una raíz cultural, en la que se sitúa la libertad del ser humano -y, específicamente, de los hombres- sobre el resto de criaturas. En el apartado de Implicaciones Éticas de dicho informe, se señala que "Los sistemas de IA pueden estar sujetos a sesgos inherentes a los datos utilizados para entrenarlos" (2023, p. 44), por lo que podemos afirmar que estas pueden reproducir las relaciones sociales en sus aspectos positivos y negativos.

Al respecto, en el artículo "Inteligencia Artificial: Entre la ciencia ficción y la realidad" (2019) se explica que aunque los robots parecen tener un comportamiento humano, carecen de intencionalidad, es decir, de una voluntad propia que los guíe en sus deseos, oponiéndose a las órdenes humanas, hecho que puede revelar el temor de los seres humanos hacia su propia naturaleza y el potencial destructivo de esta cuando se sitúa en un contexto en el que su creador no tiene el control. Esta situación se manifiesta en *Frankenstein* y el mito de Lilith, en el que se profundizará más adelante.

El mito de la creación en *Frankenstein*.

Es pertinente retomar en este punto el concepto de *intertextualidad* para señalar la presencia de otras narraciones dentro de la novela de Mary Shelley. Dicha intertextualidad

se manifiesta desde el título de la obra, en la que se señala a Frankenstein como el "moderno Prometeo", lo que nos remite al mito griego. En este se narra la historia de un titán astuto que se unió a los dioses olímpicos, y tiene un importante papel en la creación de la raza humana aunque, como señala Mark Cartwright, existen diversas versiones de su participación en esta:

> En algunas tradiciones, Prometeo hizo el primer hombre a partir de barro, mientras que, en otras, los dioses hicieron todas las criaturas sobre la Tierra y a Epimeteo y Prometeo se les encargó la tarea de dar a los hombres dones de modo que pudieran sobrevivir y prosperar. Epimeteo distribuyó esos dones, como pieles y alas, generosamente, pero cuando llegó la vez de los hombres, los dones se le habían acabado (Cartwright, 2013).

Luego de su creación, los seres humanos se encontraban débiles y desnudos, situación que despertó pena en Prometeo, razón por la que este decide robar el fuego del taller de Hefesto y entregarlo a los seres humanos. Sin embargo, su noble acción fue castigada por Zeus, quien se indignó por el robo y condenó al titán a ser víctima de un águila que devoraría su hígado día tras día (Cartwright, 2013). De esta manera, la autora deja al descubierto la

relación de la historia de *Frankenstein* con el antiguo mito y la estructura de acción-transgresión-castigo de ambas historias.

La historia de Frankenstein, sin embargo, también presenta una relación de intertextualidad con otro mito antiguo perteneciente a la tradición judeocristiana, también conocida como abrahámica: la creación de Adán y Eva. De forma menos transparente, la narración repite elementos presentes en dicho mito, aunque en este caso sería pertinente tomar como base la versión judía, de mayor antigüedad que aquella que se presenta en la Biblia cristiana dentro del libro del Génesis, y que incluye una figura clave que sería suprimida en versiones posteriores: Lilith, la primera mujer, creada antes que Eva.

Dentro de la tradición abrahámica existen varios libros conocidos como pseudoepigráficos que no se encuentran dentro de la Biblia ni del Talmud, y son atribuidos a héroes de la fe (*Significado de PSEUDOEPIGRÁFICOS, LIBROS Según la Biblia,* s.f.). Como señala Justin Sledge, sería en el libro pseudoepigráfico *Isla de bet de Bin Syrah* compuesto alrededor del 700 o 1000 de la era común, en donde Lilith aparece por primera vez como la primera esposa de Adán, creada igual a él; ella afirma esta igualdad insistiendo con estar arriba durante el acto sexual a lo que Adán se niega, causando que Lilith pronuncie el nombre de Dios y desaparezca en el aire. Adán ruega a Dios que se la

devuelva y este envía a tres ángeles para recuperarla, a lo que Lilith se niega, por lo cual es condenada a que cien de sus hijos mueran diariamente. Ella acepta el trato a cambio de acechar a los hijos de los humanos durante ocho días después del nacimiento de los niños, o durante veinte días en en caso de que sea niña. Si los nombres de estos ángeles son pronunciados ella tendrá que alejarse y los niños se salvarán (Sledge, 2022).

Esta figura reviste una gran importancia en el mito, pues será esta la base para crear a una nueva mujer, esta vez de la costilla de Adán, de manera que permanezca a su lado como una extensión de su ser, sin la opción de alejarse como lo hizo Lilith. Al igual que Adán, en *Frankenstein* la criatura pide a su creador que le de una compañera que permanezca con él: "¡Creador mío!, hazme feliz; dame la oportunidad de tener que agradecer un acto bueno para conmigo" (Shelley, 2004, p. 115).

Se presenta a continuación un cuadro comparativo en el que se establecen los roles que cumplen los personajes en sus respectivas narraciones, con la finalidad de mostrar de manera clara las similitudes entre el mito judeocristiano y el relato de Mary Shelley, tomando como base sus características principales:

Relación de roles de los personajes principales en Frankenstein con el mito de la creación.		
Víctor Frankenstein - Dios: el Creador	Criatura femenina - Lilith/Eva: Mujer creada	Criatura de Frankenstein - Adán: Creación autónoma
- Individuo del sexo masculino dotado de conocimientos - Deseo de crear vida - Descanso luego de terminar su creación - Accede a crear una compañera humana - Castigo a la criatura debido a sus actos - Destrucción de la criatura femenina	(Como proyecto) - Hecha a imagen de la criatura (con los mismos elementos pero no a partir de él) - Dotada de inteligencia suficiente para relacionarse con la criatura (sin llegar a ser humana)	- Creado a partir de elementos terrenales inanimados - Desconocimiento de la vida en sociedad - Acceso al conocimiento a través de una mujer - Petición de una compañera - Desafío a la autoridad de su creador - Castigo debido a su transgresión

De esta manera es posible establecer una serie de roles que se adaptan a cada una de las narraciones citadas, en las que el creador lleva a cabo una obra de gran magnitud sin tomar en cuenta las posibles consecuencias que podría tener una desobediencia de su creación, a quien considera incapaz de desafiar su autoridad debido al desconocimiento que estas presentan respecto al mundo en el que han aparecido como adultos aislados, sin la posibilidad del aprendizaje social que otorga el proceso de crecimiento.

La criatura, por su parte, accede al conocimiento a través de una mujer, ya sea de manera directa como en el caso de Adán y Eva, en donde esta se atreve a probar el fruto prohibido y lo comparte con su compañero, o de manera

indirecta como ocurre en la novela de Shelley, en la que la criatura recibe diversos saberes a través de dos mujeres. Pese a que la criatura de Frankenstein habría obtenido algunos conocimientos básicos de supervivencia luego de su huida de la casa de su creador, sería hasta su encuentro con una joven mientras se refugiaba del frío en un cobertizo que comienza su aprendizaje de la vida en sociedad, ya que, como señalan Juan Carlos González e Iván Ávila (2021), la única forma que tiene el humano -en este caso la criatura- para acercarse al mundo es la cultura, entendiendo a esta como un sistema modelizador que crea códigos de interpretación específicos. En palabras del personaje:

> Era joven y de aspecto dulce, distinta de lo que más tarde he comprobado que son los labriegos y los criados de las granjas. Iba vestida humildemente, con una tosca falda azul y una chaqueta de paño. Sus cabellos rubios estaban trenzados pero no llevaba adornos. Sus facciones revelaban resignación, pero su aspecto era triste (Shelley, 2004, p. 84).

Es a través de esta mujer joven y pura que la criatura comienza su aprendizaje social, aunque carece de la herramienta principal para integrarse en esas relaciones: el manejo de la lengua. Ya dotado de la capacidad de realizar pensamientos abstractos, este ser inicia el aprendizaje del

idioma mediante la imitación de las acciones de otra mujer, esta vez una extranjera:

> Pronto observé que, aunque la joven emitía sonidos articulados, y parecía tener un idioma propio, los demás no la comprendían. [...] De pronto descubrí, por la frecuente repetición de un sonido, que la extranjera trataba de imitar, que intentaba aprender su lengua. Al instante se me ocurrió que yo, con el mismo fin, podía valerme de la misma enseñanza (Shelley, 2004, p. 92).

La mujer, por lo tanto, aparece en ambas narraciones como la dadora del conocimiento, aunque esta no sea consciente de ello y tal acción conlleve un aspecto negativo al "provocar" la desobediencia de la criatura masculina hacia el Creador. La criatura femenina de *Frankenstein*, por su parte, presenta características tanto de Lilith como de Eva, según la perspectiva desde la cual sea observada, ya que "Eso que se denomina 'realidad' puede ser percibido de diferente manera dependiendo del sistema de conocimientos a partir del cual se aborde" (González y Ávila, 2021, p. 22).

Para la criatura, esta representa a una fiel compañera, hecha a su imagen y semejanza, dotada de las cualidades que le permitirían apreciarlo y responder a sus necesidades de socialización de la manera en que él le indique, pues al

nacer a la vida como adulta carecería también del aprendizaje que se da mediante el crecimiento: por lo tanto, esta sería una versión actualizada de Eva. En opinión de Lerner: “no es libre como Lilith —ni por tanto tan peligrosa—, permanece ligada a Adán, parirá a sus hijos con dolor, y seguirá cumpliendo su papel de madre y esposa” (cit. por Burguillos, s.f., p. 195).

El Génesis señala que Eva fue creada de los huesos y la carne de Adán, es decir, que no es más que una extensión del hombre que no puede -ni debe- negarse a su voluntad (La Biblia Latinoamericana, 2005). Sin embargo, la criatura femenina de *Frankenstein* no puede realizarse como una extensión de la primera criatura, es necesario empezar de cero con nuevos elementos, de manera que aparece una primera ruptura de la relación con Eva desde la perspectiva de Víctor, es decir, del creador. La segunda ruptura, que a su vez la sitúa en relación con Lilith, es el hecho de la inteligencia que esta debe presentar: aunque la intención de la criatura es que su inteligencia se limite a ser una compañera, Víctor tiene la experiencia de la transgresión de su creación a partir de los conocimientos obtenidos a través de las mujeres: no hay nada que asegure que los conocimientos de esta segunda criatura serán más limitados, ni una manera segura de mantener su comportamiento bajo ciertos estándares que impidan que sus acciones se conviertan en tragedias. al igual que en el mito cuando Lilith se rebela ante Adán.

En síntesis, la criatura femenina puede encarnar ambos papeles para creador y criatura según la experiencia que cada uno tiene de la figura femenina, que en el caso de la criatura se limita a lo que ha visto y su deseo de integración, mientras que para Víctor se extiende hasta el potencial de la inteligencia creada y sus posibles implicaciones sociales.

El temor actualizado: relación entre Lilith y la Inteligencia Artificial.

Como se señala en el apartado anterior, la figura de Lilith es muy antigua y, aunque se establece como tal en la tradición abrahámica, su aparición es anterior a esta. Al inicio era concebida, como explica Sledge (2022), no como un ser individual, sino como una especie de sub-dioses o demonios que vagaban por el desierto con la denominación de Lily o lilu, bajo la forma de mujeres embarazadas u hombres jóvenes. Estos son variantes de la Lil sumeria, asociada con los demonios guiados por Pazuzu, quien era invocado como protector de los niños pequeños y las madres. Sledge (2022) señala que debido a una confusión lingüística la actividad malévola de la Lily se fusionó con la figura de La Machu, quien era conocida por asesinar niños en el vientre de sus madres; también ocurrió una confusión del término sumerio Lil con la palabra semítica lilum o liliatum que designa a la noche. Es probable que esta confusión y asimilación entre términos de diversas culturas diera lugar a la Lilith que

aparece en la mitología abrahámica.

Esta noción de la mujer peligrosa y letal, destructora del orden natural, es asimilable con la noción que Víctor Frankenstein tenía de la mujer creada, temeroso de la posible desobediencia de esta. Ambas figuras son la representación del antiguo temor del ser humano hacia aquellas criaturas que no considera del todo humanas y de las que, por tanto, no pueden predecir su comportamiento. Dicho temor se actualiza a través de los relatos y se adapta a la temporalidad en que aparecen, como se observa en el siguiente cuadro comparativo que muestra la actualización de las figuras y su conexión con la inteligencia artificial:

Relación de roles de los personajes principales en Frankenstein con el mito de la creación.		
Victor Frankenstein - Dios: el Creador	Criatura femenina - Lilith/Eva: Mujer creada	Criatura de Frankenstein - Adán: Creación autónoma
- Individuo del sexo masculino dotado de conocimientos - Deseo de crear vida - Descanso luego de terminar su creación - Accede a crear una compañera humana - Castigo a la criatura debido a sus actos - Destrucción de la criatura femenina	(Como proyecto) - Hecha a imagen de la criatura (con los mismos elementos pero no a partir de él) - Dotada de inteligencia suficiente para relacionarse con la criatura (sin llegar a ser humana)	- Creado a partir de elementos terrenales inanimados - Desconocimiento de la vida en sociedad - Acceso al conocimiento a través de una mujer - Petición de una compañera - Desafío a la autoridad de su creador - Castigo debido a su transgresión

Las características de estas se acercan a la visión de la mujer ideal que, señala Viñas respecto a las afirmaciones de Sandra Gilbert y Susan Guber:

> […] es vista como una criatura pasiva y dócil, sin una fuerte personalidad. Una criatura que -especialmente en el caso de la figura victoriana del ángel de la casa- no busca complacerse a sí misma, sino complacer a los demás y, sobre todo, a su marido (2002, p. 557).

Es pertinente señalar que, de hecho, múltiples asistentes virtuales que actúan mediante la inteligencia artificial presentan características femeninas, desde su nombre -Siri, Alexa, Cortana- hasta la voz con la que responden a las peticiones de sus usuarios. Víctor Millán explica que “ […] tendemos a achacar las voces masculinas más a figuras de autoridad para recibir órdenes directas, mientras que a las femeninas las emparentamos más con labores afectivas y de colaboración o ayuda” (2019). Esta situación es relevante, pues durante siglos se ha considerado que es el hombre quien debe mandar en las relaciones, tanto de pareja como familiares, siendo su voz la que da órdenes que deben ser obedecidas y respetadas, mientras que la mujer solo podría hablar en respuesta a las peticiones de este, en una relación servil y de sumisión de la que se deriva el ya mencionado “gobierno del padre” al que se refería Kate Millet (2002). De esta manera podemos deducir que, aún en el ámbito tecnológico, tiene gran relevancia el aspecto social y cultural, pues nuestra visión del mundo se aplica

incluso a las herramientas digitales.

Algirdas Julien Greimas, en su obra *Semántica estructural*, establece un modelo actancial compuesto por *actantes* y *predicados,* en el que los primeros se refieren a unidades autónomas independientes y con capacidad de acción mientras que los segundos se corresponden con las acciones de las actantes situándose en subordinación y dependencia de estos (1987). Ambos elementos se unen para conformar el mensaje semántico o *Enunciado Narrativo* (EN), entre los que se encuentran aquellos que diferencian a un actante activo de uno pasivo, lo cual es posible gracias al deseo, que pone en relación a un *Sujeto del deseo* y a un *Objeto del deseo* o paciente deseado (Greimas, 1987). Partiendo de este modelo, es posible relacionar a los personajes de la novela de Shelley, del mito de la creación y la inteligencia artificial con las figuras propuestas por Greimas a fin de establecer la estructura de dominación-subordinación que se repite en ellos, como se muestra en la siguiente tabla:

Sujeto del deseo		Objeto deseado	
Características:	Representado por:	Características:	Representado por:
- Autónomo - Con una cognición desarrollada - Aprendizaje tomado de la experiencia - Cuenta con conocimiento de las normas sociales	- Dios - Victor Frankenstein - Adán - Criatura de Frankenstein - Desarrolladores/usuarios de IA	- Dependiente del sujeto (masculino) - Aprendizaje limitado por la voluntad de su creador - Desconocimiento de las normas sociales	- Lilith - Eva - Criatura femenina de Frankenstein - Siri - Cortana - Alexa

Por lo tanto, el temor hacia la criatura de Frankenstein y la inteligencia artificial puede rastrearse desde la antigüedad en la figura de Lilith: “Al enfrentarse no ya al hombre, sino a la voluntad divina, la condición de Lilith cambia de mujer humana a criatura maligna” (Burguillos, s.f., p. 189)[02]. Ante este temor se suele responder al igual que Víctor Frankenstein, es decir, con una destrucción -real o simbólica- de la “criatura” para mantener la estabilidad social, en la que prima la autoridad del hombre sobre “lo otro”.

Conclusiones.

El monstruo de Frankenstein anhela una compañera, pero no una humana: debe ser creada con las características de una inteligencia artificial que gire en torno a las necesidades sociales y afectivas de este ser; es decir, que le brinde compañía, atención y cuidados en la forma que este

02 Consultado el 06 de marzo de 2024

espera. Debe ser una inteligencia que permita a la portadora moldearse a las expectativas de su amo, que no oponga una resistencia activa a sus deseos.

De esta manera se relaciona con el mito de Lilith, quien representa lo contrario a lo que se espera de una inteligencia artificial: oposición a la voluntad ajena y primacía del propio goce corpóreo. Si el científico accediera a crear a esta "compañera" y, por algún motivo, saliera mal, encarnaría uno de los mayores temores de las sociedades occidentalizadas desde hace siglos. Este es también uno de los temores más representados en las ficciones sobre inteligencia artificial: un ser no humano con voluntad propia que encarnan un peligro no dimensionable debido al desconocimiento de su potencial en un entorno que no es controlado por su creador/usuario.

Perteneciente al romanticismo y con una autora que creció consciente de la realidad que la rodea, en esta obra de ciencia ficción, indirectamente, Víctor Frankenstein crea a un ser que reproduce las dinámicas sociales en donde prima el egoísmo en las relaciones socioafectivas, situando siempre a la mujer como la fiel compañera o como aquella que provoca la transgresión del hombre al otorgarle conocimiento, demostrando que la dinámica de dominación en el sistema patriarcal se reproduce constantemente a través de diversas narrativas que permiten hacer visible esta problemática.

Como seres sociales los humanos no pueden ignorar la cultura en la que están insertos, por lo que todo conocimiento está relacionado directamente con los mitos que, desde la infancia, ayudan a entender y asimilar el mundo; el psicoanálisis es un ejemplo de la confluencia de ambos tipos de conocimiento. Es por ello que, aún con el desarrollo tecnológico acelerado de las últimas décadas, continuamos reproduciendo antiguos temores y dinámicas de dominación haciendo patente, a través de la inteligencia artificial, la concepción de lo femenino como una entidad creada para recibir y obedecer órdenes.

Fuentes de información:

Acuña-Muriño, K. M., Ponce-Díaz, R., & Ávila-González, I. (2024). Ser hija de una perra. Mariana, la ciencia ficción, el cyberpunk y el cuerpo femenino en Ygdrasil de Jorge Baradit. Sincronía. Revista electrónica semestral de Filosofía, Letras y Humanidades, XVIII(85), 492–510. Recuperado de http://sincronia.cucsh.udg.mx/pdf/85/492_510_2024a.pdf

Burguillos, M. (2015). *Non Serviam: la insubordinación femenina en el mito de Lilith.* Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/handle/11441/54682

Cartwright, M. (2013, 20 de abril). *Prometeo [Prometheus].* (Palacios, J., traductor) World History Encyclopedia .https://www.worldhistory.org/trans/es/1-11877/prometeo/

Cartwright, M. (2023, 26 de abril). *Cambios sociales de la Revolución Industrial Británica. [Social Change in the British Industrial Revolution].* (Cardozo, A., traductora) World History Encyclopedia .https://www.worldhistory.org/trans/es/2-2229/cambios-

sociales-de-la-revolucion-industrial-brita/

Eco, U. (2000). *Tratado de Semiótica General*. 5a Edición. Editorial Lumen.

Greimas, A. (1987). *Semántica estructural. Investigación metodológica.* 1a Edición. Editorial Gredos S.A.

González, J. y Ávila, I. (2021). *Reflexiones sobre semiótica. De la teoría a la práctica.* 1a Edición. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en colaboración con la Universidad de Matanzas.

Higuera, E., Naranjo., C., Carrillo, David, & Cueva, L. (2015). *La intertextualidad como método de análisis filosófico.* Sophia, Colección de Filosofía de la Educación. https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096010.pdf

Inteligencia Artificial: Entre la ciencia ficción y la realidad. (2019, 28 de mayo). Universidad de La Sabana. https://unisabana.edu.co/campus/detalle/noticia/inteligencia-artificial-entre-la-ciencia-ficcion-y-la-realidad/

La Biblia Latinoamericana. (2005). 148a Edición. San Pablo-Editorial Verbo Divino.

Millán, V. (2019, 06 de enero). *Por qué Siri, Alexa o Cortana tienen voz de mujer.* Hipertextual. https://hipertextual.com/2019/01/que-siri-alexa-cortana-tienen-voz-mujer

Novela de ciencia ficción: guía de recursos bibliográficos. (2010, 08 de noviembre). Biblioteca Nacional de España. https://www.bne.es/es/Micrositios/Guias/NovelaCienciaFiccion/resources/pdfs/CienciaFiccion.pdf

Observatorio de los Contenidos Audiovisuales. (2023). *Informe Público de "Percepción social de la Inteligencia Artificial en España"*. Universidad de Salamanca.

Poblete, M. (2018, 13 de enero). *Cómo Frankenstein*

surgió en la vida de Mary Shelley. Universidad de Playa Ancha Noticias. https://www.upla.cl/noticias/2018/01/13/como-frankenstein-surgio-de-la-vida-de-mary-shelley/

¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?. (2019). Hewlett Packard Enterprise. https://www.hpe.com/mx/es/what-is/artificial-intelligence.html

Shelley, M. (2004). *Frankenstein o el moderno Prometeo.* 1a Edición. LibrosEnRed.https://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/Frankenstein%20o%20el%20moderno%20Prometeo-libro.pdf

Harrop C. (2013). *Significado de PSEUDOEPIGRÁFICOS, LIBROS Según la Biblia.* Devocionales Cristianos. https://acortar.link/zbVJnd

Sledge, J. (2022, november). *Who is Lilith - First Wife of Adam - Ancient Origins and Development of the Myth of the Demon Queen.* [Video]. Youtube. https://youtu.be/n1EKccz4fS0?si=PFVCYPhQlczR-bnM

Viñas, D. (2002, enero). *Historia de la Crítica literaria.* 1a Edición. Editorial Ariel S.A.

Vivero, C. (2012, diciembre). *De la teoría literaria feminista a la teoría queer.* Géneros, Revista de investigación y divulgación sobre los estudios de género.

Las transformaciones signo-señal-signo como base de las comunicaciones en la era tecnológica

Las transformaciones signo-señal-signo como base de las comunicaciones en la era tecnológica.

Juan Carlos González Vidal & Edgar Ávila González.

Las transformaciones signo-señal-signo como base de las comunicaciones en la era tecnológica

Juan Carlos González Vidal y Edgar Ávila González
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Introducción.

Una de las características de la humanidad es su capacidad para transformar el medio. Las prácticas de nuestros antecesores, susceptibles de corroborarse por los estudios de los paleontólogos (que es posible reforzar en la actualidad mediante la observación de las conductas de nuestros parientes más cercanos), anunciaban ya el inicio de un enorme potencial creativo.

La creatividad comienza con las herramientas que utilizaron los linajes en los que se fundamenta la emergencia del ser humano: ahí se origina la evolución definitiva hacia artefactos más sofisticados que intensificaron los cambios en el entorno hasta llegar al mundo tal como se nos presenta en la actualidad.

No es el objetivo del presente trabajo hacer un recorrido histórico sobre las invenciones que, a manera de extensiones de los sentidos, incrementaron las capacidades de actuación de los humanos, sino analizar uno de los aspectos en que radica la complejidad de la comunicación (con todo lo que implica) en la era tecnológica.

Las señales y los signos.

Las señales.

"Señales" y "signos" son dos términos que con frecuencia se prestan a confusión. En no pocas ocasiones se los toma como sinónimos o se los utiliza indistintamente. En el campo de la semiótica se establece una clara diferencia, que será fundamental para el desarrollo de nuestra argumentación.

Es indudable que en el tiempo en que vivimos la producción de señales y de signos se ha incrementado de manera inimaginable, hasta el grado de poder decir que la conversión de unas en otros y viceversa domina todos los espacios de la vida y, de esta manera, influye en las interacciones sociales.

Para definir la señal partiremos de la propuesta de Eco: "[…] el objeto específico de una teoría de la información no son signos, sino unidades de transmisión que pueden computarse cuantitativamente, e independientemente de su significado posible […]" (1977: 41-42). Se trata de una entidad física que no tiene valor semántico en el proceso de su transmisión. En los distintos tipos de señales informáticas se requiere como mínimo de dos dispositivos, que se encargan de enviar, procesar, transportar y recibir información. Un sistema de esta naturaleza se halla constituido, en términos generales, por una fuente, un transmisor, una señal, un canal,

un transductor, un mensaje y un receptor (con posibles variantes, como se verá), y el flujo de la información obedece a una relación de causa-efecto.[03]

Un aparato que contemple estos sistemas se pone en funcionamiento con la captación de una señal (*input*) procedente de una fuente, a partir de la cual se desarrollarán ciertos procesos que terminarán en una reacción por parte de un receptor. Los *inputs* y los *outputs* pueden tener un soporte sensorial diferente, lo que da lugar, en la transportación de la información, a procedimientos de transducción. Por ejemplo, una lavadora presenta opciones de carga de ropa, que va en proporción directa con la cantidad de agua requerida; en la consola aparece el interruptor del nivel de agua, en donde se hará la selección correspondiente (carga extra-grande, grande, mediana, chica, extra-chica), por lo que el interruptor permitirá solamente la cantidad de líquido de acuerdo con dicha selección; una vez que la tina contiene el nivel estipulado, se emitirá una vibración, de suerte que una señal hidráulico-mecánica será transformada en sonora y comenzará el ciclo de lavado. En todo ese recorrido la significación se encuentra ausente. El mismo mecanismo tiene lugar con el tanque de gasolina de un automóvil, donde un dispositivo indicará en el tablero el nivel de combustible,

03 Aquí manejaremos diferenciadamente las nociones de "receptor" y de "destinatario", atribuyendo a la primera el sentido de procesador de información como parte del sistema y a la segunda el de actante humano.

con sus transducciones correspondientes. Estos sistemas se refieren indudablemente a estados del mundo, pero no los comprenden porque no tienen conciencia de ello.

Existen otros sistemas más complejos que son capaces de modificar su accionar en concordancia con señales o eventos que reciben del entorno, designados como servomecanismos:

> Los servomecanismos son máquinas que tienen la posibilidad de regular su propia actividad, dado que poseen la capacidad de captar información del medio circundante para modificar su estado y lograr así una meta determinada […] En los años cuarenta dos ejemplos de servomecanismos eran los termostatos y los torpedos auto-dirigidos (Vidales, 2023: 41).

Tales mecanismos se han sofisticado de manera muy importante en las actividades bélicas; destacamos como muestra los misiles termodirigidos, el Dron Predator, el Misil Poseidón, el MK-60 CAPTOR (abreviatura en inglés de *Encapsulated Torpedo*). Este último, de acuerdo con información de Gutiérrez (2020), es una mina de aguas profundas anclada en barcos, aviones o submarinos que funciona de la siguiente manera: cuando un submarino pasa cerca de otro y el sonar pasivo de éste detecta, por ciertos

condicionamientos previamente definidos en su sistema operativo, que se trata de un sumergible enemigo, se dispara el torpedo MK-60 siguiendo el sonido del ictíneo en cuestión hasta tocar su casco. Es decir, regula su actividad por la información que obtiene del medio, lo cual puede visualizarse en el siguiente esquema:

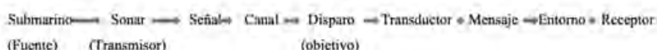


Fig.1. Elaboración de los autores.

De cualquier forma y en cualquier variante, son señales las que desencadenan el funcionamiento de los servomecanismos. En este ejemplo, la significación se otorga hasta el instante en que un individuo asocia el disparo con una misión militar que involucra un campo nocional, ligado a la destrucción y a la muerte (sobre este punto volveremos posteriormente).

En el mismo orden de ideas, también es válido pensar en la concepción de las telecomunicaciones y en el funcionamiento que éstas tienen en los mecanismos computarizados, en donde una señal ingresa a un sistema ante una excitación y, en consecuencia, el sistema generará una señal de salida en respuesta a tal excitación (Bosch, *et al.*, 2015):



Fig. 2. Fuente: Bosch, *et. al.*, (2015: 19). Adaptación de los autores.

Respecto a esa propuesta, tomemos un canal de telecomunicaciones como la radio, donde la voz constituye la fuente y se transforma en ondas electromagnéticas, posteriormente se constituyen en una señal de entrada a un mecanismo (micrófono, computador, antena, cables, etc.) y éste inmediatamente responde con una señal de salida (ondas electromagnéticas modificadas) que ha sido condicionada por la primera señal y por la naturaleza de la misma. Veamos el diagrama propuesto por Shannon y Weaver y pongamos atención en las señales.

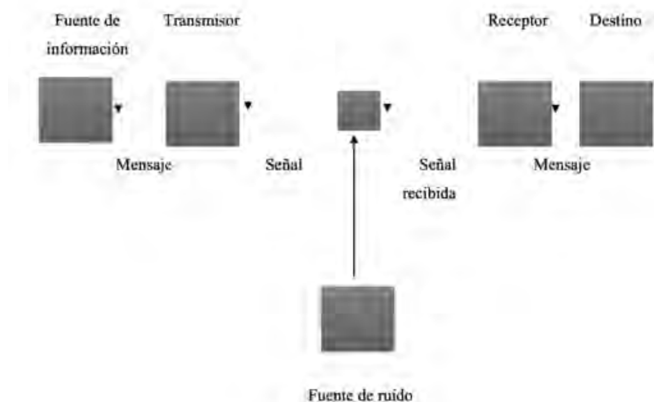


Fig 3. Shannon y Weaver (1948: 7-34)

El paso de información de un punto a otro genera un comportamiento del sistema que conllevará un resultado. Como se observa, el proceso es aplicable a múltiples fenómenos en que la transmisión de información está constituida por señales.

Subrayemos que en este flujo hay traspaso de información, mas no de significación. El admitir la presencia de la significación nos llevaría a otras cuestiones, como la existencia de la cognición y de la conciencia en este tipo de cadenas y caeríamos en el panpsiquismo que, como afirma Searle "[…] es una consecuencia directa del intento de explicar la conciencia en términos de 'información', en este sentido técnico despojado de la palabra" (2000: 143). Por

nuestra parte, agregaríamos que más que de la palabra, de la significación. Agrega Searle:

> Si pensamos que la información es la clave de la conciencia, nos tenemos que enfrentar sin dilación al hecho de que los termostatos y las calculadoras de bolsillo "procesan información", y parece demasiado estúpido pensar que son conscientes (2000: 186).

Resulta indispensable, desde nuestro punto de vista, precisar qué clase de información es procesada por aparatos de este tipo.

Es indudable que hay operaciones sintácticas en los sistemas mencionados, pero no existe la biplanareidad y, por lo tanto, tampoco los estados subjetivos ni una autopercepción por parte de un sujeto. Sería extremadamente erróneo afirmar que una impresora *distingue* y *elige* entre una impresión en tinta negra de una en tinta azul: el aparato obedece simplemente a un comando activado desde el exterior del sistema. Como decíamos anteriormente, no hay una comprensión de la diferencia por parte de la impresora.

En otro tipo de señales, como las químicas que se verifican en los organismos vivos, hay igualmente cuando menos dos polos funcionales, que en este caso estarían constituidos por órganos biológicos, pero requieren de "intermediarios", por decirlo de alguna manera, que

establezcan conexiones para la transferencia de información. Supongamos que un individuo presenta altos niveles de glucosa en sangre después de la ingesta de alimentos, el páncreas detectará la glucemia y secretará insulina para disminuir los niveles hiperglucémicos. Si atendemos el itinerario enunciado líneas atrás, quedaría de la siguiente manera: a) una fuente, determinada por el nivel de glucosa; b) un transmisor, conformado por el tejido hemático; c) un canal, ejercido por los vasos sanguíneos; d) una señal, constituida por la hiperglucemia; e) un transductor, que en este caso funciona simultáneamente también como un receptor, desempeñado por el páncreas, y f) el mensaje, comprendido por la necesidad de secretar la insulina.

Bajo esta perspectiva pueden considerarse de igual modo los circuitos implicados en la fotosíntesis.

Los sistemas son, pues, complejos de interacciones entre componentes, cuya diversidad dependerá de la complejidad de cada sistema. De acuerdo con Vidales, la serie de operaciones que tienen lugar al interior de ellos, que los determina, los define y los hace existir, es lo que se denomina mecanismo (2023: 304-306).

Sistemas de circulación de información existen por todas partes. Muchas veces se construyen artificialmente, otras tantas se presentan en la naturaleza; estos últimos requieren para su visibilización de un observador humano.

Los signos.

A diferencia de las señales, los signos poseen una estructura biplanar conformada por un plano de la expresión y un plano del contenido, cuya interrelación se fundamenta en una convención social. El conjunto de reglas que emana de dicha convención es lo que semióticamente se designa como código. El plano de la expresión se presenta siempre como un soporte materio-sensorial que, al asociarse con un contenido, permitirá la manifestación de este último. No es posible postular la existencia de un signo o de función semiótica sin estos dos componentes.

Ahora bien, las señales se convierten en signos en el momento en que un código las vincula con contenidos semánticos, de suerte que adquieren el carácter de funtivo en la estructura biplanar:

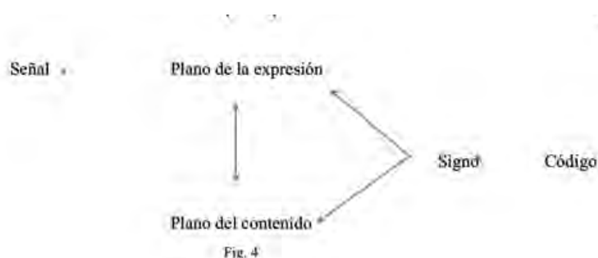


Fig. 4

En la figura anterior se destaca el proceso de

transformación mencionado.

Dentro de tal estructura cada plano, tomado aisladamente, es considerado un s-código, y para reforzar lo anteriormente expuesto, recurriremos a Eco: “[…] en cualquier caso un código existe porque existen s-códigos y los s-códigos existen porque existe, o ha existido, o podrá existir, un código” (1977: 79).

Para que se produzca una relación codicial es imprescindible la existencia de un sujeto cognoscente y, más concretamente por el tema que nos ocupa, de un sujeto humano que INTERPRETE cualquier clase de fenómeno. De hecho, el *continuum material* está ahí, en estado puro, para ser significado, aprehendido, aprendido y comprendido desde la antroposemiosis. Las señales no son la excepción.

De los signos a las señales y nuevamente a los signos.

No podemos obviar un hecho: los aparatos electrónicos son diseñados por humanos para cumplir con un proceso significativo-comunicativo, sea para convertir en función semiótica un evento promovido por una fuente sin destinador humano (como el caso de la lavadora mencionado precedentemente), sea un evento surgido de una fuente humana. De acuerdo con el título del trabajo, es esta variante la que enfatizaremos.

Tomemos como muestra un *smartphone*, Hoy

en día es sencillo utilizar un mecanismo electrónico con ciertas particularidades digitales para conectar a dos o más personas dedicadas a transmitir contenidos semánticos. Lo interesante desde nuestra perspectiva disciplinar es que esa comunicación se logra solamente en la medida en que intervienen sujetos cognoscentes, dotados consecuentemente de competencias semiósicas.

Pongamos la siguiente situación. Un individuo, al que designaremos como "destinador" escribe un "Hola" en la bandeja de mensajes o en la aplicación de *Whatsapp* del teléfono inteligente. Se trata de un signo lingüístico en su variante escrita que ha sido transformado en señales electrónicas con base en las instrucciones con las cuales reacciona la máquina. Aun cuando haya una corrección gramatical en la escritura (supongamos que hubo un error y se escribió "Holla"), la interacción comunicativa continúa siendo unidireccional, porque sólo se han activado las condicionantes del mecanismo programadas en código binario, es decir, en ceros y unos, de modo que el destinador del mensaje en esta situación es simultáneamente el destinatario: el aparato no responde semánticamente.

Es fácil caer en la tentación de pensar que en casos como el enunciado el evento significativo comunicativo goza de una bidireccionalidad porque la máquina emite información, pero insistamos en que es una información monoplanar. La bidireccionalidad se produce cuando

desde el otro extremo del circuito otro ser semiótico muda las señales a signos y, enseguida, otra vez a señales. Las modalidades de la antroposemiosis se han diversificado de manera sorprendente. De aquí resulta otro esquema al que se añade el elemento humano a los sistemas de transmisión de información:



Fig.5. Elaboración de los autores.

Es el contacto entre un destinador y un destinatario el que, en este tipo de circuitos, da lugar a la semiosis. Está de más decir que los roles de los sujetos de la comunicación son alternables (es lo que indica la flecha doble).

En síntesis, los entes semióticos no interactúan CON los aparatos, sino A TRAVÉS de ellos. Debido a estos razonamientos vamos a disentir con respecto al grado de fusión, que algunos sostienen, entre una máquina y su usuario, específicamente al enfrentamiento de los aviones y las baterías antiaéreas en la segunda guerra mundial:

> […] tanto el piloto como el artillero se consideraba que estaban íntimamente fusionados con

> sus máquinas, de tal suerte que la separación entre lo humano y lo no humano era una situación borrosa (Vidales, 2023: 39).

En términos de lo que venimos planteando, la separación no puede ser borrosa bajo ninguna circunstancia: es verdad que hay un vínculo entre los artefactos y sus operadores, no obstante no dejan de ser extensiones de la corporeidad de éstos (prótesis), que ayudan en la consecución de un objetivo. No vemos dificultad alguna para aplicar el razonamiento al uso de un *smartphone*, que facilita las telecomunicaciones, pero no las produce.

La tentación de la que hablábamos anteriormente se incrementa con los asistentes virtuales como *Alexa* o *Siri*. Con comandos de voz es posible tener respuestas de la misma naturaleza por parte de estos instrumentos y obtener reacciones concretas, con lo que se genera un efecto humanizante. Inclusive hay quien afirma que se dan conversaciones entre el ser humano y la máquina. Sin embargo, el funcionamiento de estos aparatos es relativamente sencillo y comparable al de los casos anteriores. Por ejemplo, en lo concerniente a Alexa se le pide de manera oral una canción o se le formula una pregunta sobre la hora o clima, mencionando al principio el nombre “Alexa”, y una voz femenina atiende y responde la solicitud. Pese a la apariencia, no es posible decir que hay

procesos significativo-comunicativos entre el ser humano y la máquina, puesto que por parte de Alexa sólo se da un procesamiento de información con base en condicionantes electrónicas determinadas por algoritmos. Si nos salimos de los comandos de voz registrados por el aparato, no obtendremos una acción lingüística coherente. Por supuesto puede incrementar su mapa léxico, pero nunca en la medida en que lo hace un humano. Además de que su "competencia lingüística" está preponderantemente orientada (si es posible el argumento) a la función conminativa de Jakobson (1973).

En trabajos anteriores, González Vidal y Ponce Díaz (2024), y Ávila González (2024) ponían en el centro de la discusión la antropomorfización de las máquinas con IA en la cultura contemporánea, e insistían en el hecho de que el funcionamiento de dichos artefactos distaba mucho de replicar las funciones de un cerebro (y, en general, de un organismo humano), cuando no fuera tratados por la ciencia ficción.

Conclusión.

Una de las características de las condiciones actuales de existencia de la humanidad es la capacidad infinita de producción semiósica sobre la base de las invenciones tecnológicas. Éstas han promovido cambios inimaginables hace cuarenta años en las interrelaciones sociales: las conexiones a distancia son prácticamente ilimitadas, el

comercio por medios electrónicos gana cada vez más terreno, las instituciones bancarias se sirven igualmente de operaciones electrónicas, se puede acceder a un museo por internet… (González Vidal y Chávez Mendoza, 2004).

El accionar del ser humano con máquinas se ha incrementado y, como lo mencionamos, sus potencialidades semiósicas. Pero debe quedar claro que los procesos significativo-comunicativos se verifican solamente con la intervención de sujetos cognoscentes y, en la posición de este texto, de humanos. Son éstos quienes se encargan de traducir signos en señales y de nuevo en signos, en ciclos que tienen lugar todo el tiempo.

Como vimos, el universo está presente como realidad pura, en el que se incluyen la naturaleza y los seres vivos, y las señales que de ellos emergen son organizadas perceptiva y cognitivamente mediante la significación. Con las particularidades que mencionamos, algo similar ocurre con la fabricación de herramientas tecnológicas y sus esferas de aplicación.

Luego de esta exposición no nos queda sino reiterar que es imposible negar que nos hallamos inmersos en un entorno de señales y de signos en el cual nos desenvolvemos y al que debemos adaptarnos.

Fuentes de información:

ÁVILA GONZÁLEZ, Edgar. (2024). La Inteligencia Artificial y la representación de la antropormofización de sistemas operativos en la cultura visual. En José Luis Cendejas, Iván Ávila y Romano Ponce (Coords.), *Aproximaciones teóricas desde la semiótica en torno a las Inteligencias Artificiales: La generación de sentido en los sistemas automatizados y la representación en la cultura visual contemporánea* (pp. 43-68). Morelia: Universidad Tecnológica de Morelia.

BAECKER, Dirk (2017). Teorías sistémicas de la comunicación. *Revista Mad. Revista del*

Magíster en Análisis Sistémico Aplicado a la Sociedad, *37*, 1-20. Recuperado el 12 de marzo de 2024 en https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311252754001.

BOSCH, Ignacio; GOSÁLBEZ, Jorge; MIRALLES, Ramón y VERGARA, Luis (2015).

Señales y Sistemas: teorías y problemas. Valencia: Universitat Politècnica de València.

ECO, Umberto (1977) [1975]. *Tratado de semiótica general*. Barcelona: Lumen.

GONZÁLEZ VIDAL, Juan Carlos y CHÁVEZ MENDOZA, Ricardo (2004). Reflexiones en torno al sistema nocional de la postmodernidad. En *Ideosema. Revista de literatura, lingüística y semiótica*. 3 (1). Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, pp. 83-100.

GONZÁLEZ VIDAL, Juan Carlos y PONCE DÍAZ,

Romano (2024). La inteligencia

artificial y la semiosis. Perspectivas en torno a los sistemas digitales automatizados desde la mirada de la semiótica. En José Luis Cendejas, Iván Ávila y Romano Ponce (Coords.), *Aproximaciones teóricas desde la semiótica en torno a las Inteligencias Artificiales: La generación de sentido en los sistemas automatizados y la representación en la cultura visual contemporánea* (pp. 69-107). Morelia: Universidad Tecnológica de Morelia.

GUTIÉRREZ, José Manuel (2020). Minas navales modernas. *Revista general de marina*, *278*, 665-667.

JAKOBSON, Roman (1973). *Essais de linguistique générale* (t.II). *Rapports internes et*

externes du langage. Paris: Éditions de Minuit.

SEARLE, John R. (2000) [1997]. *El misterio de la conciencia*. Barcelona, Paidós.

VIDALES, Carlos (2023). *Hacia una teoría cibernética de la comunicación. Fundamentos conceptuales*. Salamanca: Comunicación Social.

Sobre homúnculos, xenomorfos e inteligencias artificiales: una aproximación intertextual.

Sobre homúnculos, xenomorfos e inteligencias artificiales: una aproximación intertextual.

Iván Ávila González & Romano Ponce Díaz.

Sobre homúnculos, xenomorfos e inteligencias artificiales: una aproximación intertextual.

Iván Ávila González y Romano Ponce Díaz

En la presente exposición, a partir del intentio operis (Eco, 1992) de los textos a explorar, buscaremos establecer un vínculo intertextual (Barthes, 1970) entre la obra de dramaturgia “Fausto” de Johann Wolfgang von Goethe (2001), explícitamente el pasaje del segundo acto en torno a la creación de un homúnculo; la novela “Frankenstein” de Mary Shelley (1818) y el filme de ciencia ficción “Alien: Covenant” (Scott, 2017). Proponemos que en estas tres obras podemos trazar una cartografía en la que podemos identificar recurrencias sígnicas y por lo tanto enunciar ejes nocionales en torno la creación de vidas artificiales, la creación como transgresión, la relación entre el creador, el sujeto artificial creado y el castigo a la transgresión. Recurriremos a las perspectivas teóricas de los Estudios Visuales, con la aspiración de realizar una breve reflexión con herramientas semióticas en torno a cómo las mencionadas obras artísticas representan en sus universos ficcionales un aparente impulso humano hacía la creación de nuevas formas de vida artificiales, pero en sus andamiajes ideológicos se enuncia a la creación de entidades artificiales -inteligencias artificiales- como una transgresión que es castigada.

Nuestro punto de partida será la propuesta de Juan Carlos González Vidal quien apunta que el texto de Johann Wolfgang von Goethe es lo que podemos denominar una "obra fundacional" y un "condensador intertextual[04]" (González-Vidal, 2012). Bajo el contexto de las obras artísticas, y las posturas teóricas de los Estudios Visuales, podemos denominar como una "obra fundacional" a una pieza artística u objeto cultural que desempeña un papel crucial en el desarrollo de un movimiento estético, artístico y/o visual -o varios movimientos derivativos-; es decir, la aparición de la obra es un punto de partida para la generación de vínculos intertextuales con otros objetos culturales que le anteceden o le precederán. Bajo este tenor, González Vidal nos señala:

> "No debe pensarse por ningún motivo que afirmamos que el proceso generativo de Fausto se limita a la incorporación de elementos textuales precedentes. Por el contrario, esa diversidad es la que lo convierte en un sistema pluridiscursante con el pasado y, simultáneamente, con su circunstancia socio-histórica presente y con la(s) futura(s) también"(González-Vidal, 2012, p. 87).

04 Entendiendo como condensador intertextual a aquella obra artística que realiza vínculos intertextuales con un gran número de obras predecesoras, y que a su vez es un detonante de vínculos intertextuales con obras posteriores.

De tal forma, podemos señalar que la importancia de una “obra fundacional”-como “Fausto” e incluso “Frankenstein”- no solo reside en su contexto histórico, sino también en su capacidad de dialogar intertextualmente con otras obras y objetos culturales. Si parafraseamos y adaptamos a nuestro contexto las propuestas de Oswald Ducrot y a Jean Marie Shaeffer, podemos abordar a las obras artísticas como un texto, considerando al texto como una unidad comunicacional y cognitiva delimitada en sí misma y por sí misma (González-Vidal, 2012, p. 87); bajo el mismo tenor, también podemos denominar como texto al conjunto de signos que siguen un ordenamiento lógico, causal y secuencial, que en su agrupación dan paso a la construcción de un sentido, el cual puede ser -si recurrimos a Charles S. Peirce (Everaet-Desmendt, 2006; McNabb, 2019)- emotivo, práctico e intelectual.

Considerando lo anterior, de manera provisional afirmaremos que los objetos culturales y artísticos son textos, y por lo tanto son campo de estudio de la semiótica, y a su vez de los llamados estudios culturales -y visuales-. Las propuestas de Heriberto Yepez obtenidas del marxismo nos apuntan que un objeto cultural es producto de los contextos culturales, históricos, económicos y sociales que le dieron lugar (Yepez, 2020); de tal forma, tal objeto cultural nos puede ayudar a vislumbrar los discursos ideológicos que rodean, influyen, se confrontan o a los que se encuentra

adscritos contextualmente tal objeto. Juan Carlos González Vidal nos señala que debemos ser cuidadosos de no abordar a un objeto visual como una "visión de mundo", más bien como cómo un campo de significación en el que se inscribirán marcas, huellas y cicatrices de diversos discursos, las cuales pueden integrar simultáneamente diversas visiones del mundo, ideologías, afinidades, contradicciones y paradojas (González-Vidal, 2012, 2021; González-Vidal & Ávila-González, 2021).

Con la finalidad de realizar la tarea propuesta, aspiramos a realizar una cartografía no-modelizante de los ejes nocionales que detectamos en las obras seleccionadas. La cartografía, según Jacques Deleuze y Felix Guattari, es una herramienta conceptual que se utiliza para explorar y trazar las multiplicidades y conexiones entre diferentes elementos. De tal forma, en lugar de buscar ofrecer una representación fija y cerrada de la realidad, con nuestra propuesta de cartografía buscamos vislumbrar la fluidez de los procesos y relaciones en constante cambio entre las tres obras artísticas observadas. Deleuze y Guattari en su concepción de cartografía proponen un enfoque descentralizado y no jerárquico de las estructuras socio políticas, donde las líneas de conexión entre diferentes elementos pueden ser trazadas de manera flexible, revelando la naturaleza múltiple, exponencial y nómada de la realidad (Deleuze & Guattari, 2009).

Para el recorrido del breve y casi arbitrario corpus de obras artísticas que proponemos, recurriremos a los llamados ejes nocionales como una herramienta conceptual para vislumbrar los patrones recurrentes -isotopías- y andamiajes ideológicos. Si nos acercamos a la propuesta pragmática de la semiótica, podemos entender los ejes nocionales como aquellos conceptos fundamentales que actúan como puntos nodales en la significación de las obras de arte, facilitando que podamos colocar nuestra mirada en las estructuras sígnicas subyacentes. En el tejido intrincado de las creaciones artísticas, las recurrencias, o repeticiones temáticas, se vislumbran a través de la identificación y análisis de los ejes nocionales compartidos. Al explorar estos puntos de convergencia, podemos aproximarnos a los patrones sígnicos que se manifiestan a lo largo de diferentes obras, proporcionando una base para la generación de sentido.

Debemos comenzar repasando que un signo es algo que representa, significa o hace alusión a algo más (Everaet-Desmendt, 2006; Horta, 2023; McNabb, 2019). Puede ser una palabra, una imagen, un gesto o cualquier cosa que tenga significado. Por ejemplo, la ilustración de un corazón rojo puede ser un signo del "amor". De tal forma, las Nociones Generales son ideas o conceptos abstractos que tienen significado en una cultura o sociedad específica. Pueden ser conceptos básicos que la gente

entiende y comparte. Por ejemplo, en una obra literaria la noción general podría ser el amor, la libertad o la justicia. En el filme "Braveheart" la noción general es la libertad. Por lo tanto, las Nociones Derivadas son conceptos más específicos que se originan de las nociones generales. Pueden ser ramificaciones o manifestaciones más detalladas de esas ideas generales. Siguiendo con el ejemplo, si la noción general es "amor", una noción derivada podría ser "amor prohibido" o "amor a primera vista". En "Braveheart" es la libertad política. Ahora bien, los Ejes Nocionales son los elementos fundamentales que permiten expresar una noción. Podemos pensar en ellos como los engranajes clave que ponen en marcha al mecanismo de una idea. Si la noción es "amor" y el eje nocional es "relación", los ejes nocionales podrían ser "romántico" o "trágico". Los ejes nocionales se pueden identificar por medio de las isotopías o recurrencias textuales o visuales (Greimas, 2016); consideremos al concepto "familia" y los diversos signos que pueden representar conceptos relacionados: como "madre", "padre", "hermano", "hermana", por mencionar algunos sumamente básicos. Estos elementos forman un eje nocional porque comparten la característica conceptual de estar relacionados con la idea de "familia". Siguiendo con "Braveheart", un eje nocional podría ser la soberanía, la independencia, el nacionalismo, el imperialismo inglés.

Bajo nuestro contexto, las recurrencias son patrones

que se repiten a lo largo de un corpus de obras. Estos pueden ser temas, motivos, técnicas, estilos, entre otros. Buscamos identificar estas recurrencias al proporcionar una estructura conceptual para organizar y categorizar las obras. Las isotopías son unidades de sentido que se mantienen constantes a lo largo de un texto o conjunto de textos. En el contexto de las obras de arte, las isotopías pueden ser ideas, temas o símbolos que persisten a lo largo de varias obras. De tal forma, la isotopía, en el contexto de los ejes nocionales, se refiere a la coherencia semántica y conceptual que vincula elementos aparentemente dispares dentro de un conjunto de obras. Los ejes nocionales sirven como conexiones subyacentes que articulan las isotopías, facilitando la comprensión de cómo ciertos temas, símbolos o conceptos se entrelazan de manera coherente a lo largo del corpus artístico. La semiótica, en su faceta pragmática, no permite rastrear estas isotopías al proporcionar un marco para interpretar y conectar los signos presentes en las obras. Finalmente, los andamiajes ideológicos son las estructuras subyacentes de creencias, valores y suposiciones que informan una obra de arte, cercano y afín a lo que también Roland Barthes abordó como mitologías. Estos andamiajes no solo revelan las influencias culturales y sociales que impregnan el corpus, sino que también sirven como puntos de partida para el análisis crítico de las construcciones sígnicas presentes en las creaciones artísticas.

Ahora bien, el análisis nocional examina cómo los signos están vinculados a las nociones. ¿Cómo una palabra o imagen representa y transmite el significado de una idea o concepto particular? De tal forma, aspiramos a examinar cómo las nociones se expresan y representan a través de diferentes tipos de signos. Por ejemplo, cómo una emoción -en nuestro ejemplo, el amor- se puede representar mediante palabras, imágenes o gestos.

A lo largo de las siguientes líneas buscaremos evidenciar que en las obras artísticas “Fausto”, “Frankenstein” y “Alien: Covenant” encontramos recurrencias en torno a la creación de vida artificial, una relación paradójica y conflictiva entre el creador y el sujeto artificial creado, la creación de lo artificial como una transgresión, y finalmente, las tres obras presentan un castigo a la creación como transgresión. Por cuestiones de espacio y brevedad, procuraremos que en las brevísimas lecturas de contexto de las obras, las personas que se aproximan a esta exposición puedan vislumbrar estas recurrencias y los vínculos intertextuales que se tienden a partir de estos ejes nocionales.

Brevísima lectura de contexto: Fausto.

Fausto es una obra literaria del escritor Johann Wolfgang von Goethe publicada entre 1808 y 1832. Nuestro interés se centrará en el acto segundo de la

obra, específicamente en la escena del laboratorio de Wagner, antiguo asistente de Fausto durante los pasajes introductorios. En esta escena se describe la creación de un sujeto artificial denominado homúnculo. Wagner, ahora convertido en alquimista por mérito propio, busca crear una entidad artificial que le permita rebasar los límites naturales del nacimiento, el conocimiento y la muerte. Ahora bien, en las tradiciones esotéricas y herméticas el homúnculo puede fungir como signo de lo incognoscible, en el texto de Goethe se presenta como un sujeto creado y por lo tanto como un actante (Greimas, 2016):

> “En De generatione rerum naturalium de Paracelso, 1616, pudo leer Goethe la siguiente receta: «El semen humano es llevado a un estado de putrefacción en retortas selladas hasta que se le vea agitarse con vida. Surgen entonces homúnculos, aproximadamente iguales al hombre, pero transparentes, incorpóreos, dotados de maravillosos conocimientos ocultos, fuertes y activos como espíritus elementales, pues al que ha sido engendrado artificialmente el arte le es infuso e innato”[05] (Goethe, 2001, p. 476)

Durante la escena se implica que Mefistófeles –

05 Nota del traductor de la edición, Pedro Galvéz.

actante ayudante, oponente, destinador y destinatario de Fausto- en otras ocasiones ha visto la creación de sujetos artificiales:

> "Quien mucho vive, mucho ha visto,
> nada nuevo le puede suceder en este mundo,
> ya en mis años de peregrinación
> contemplé hombres cristalizados." (Goethe, 2001, p. 283)

El sujeto artificial muestra conocimiento del mundo natural y esotérico, proporcionando conocimiento desconocido para Mefistófeles y adoptando un nuevo rol como ayudante de este. Sin embargo, poco interés presta al alquimista Wagner, su creador. Al final de la escena Mefistófeles y el Homúnculo abandonan a Wagner, no sin antes asignarle una misión de contenido hermético y por lo tanto inalcanzable:

> "[HOMÚNCULO]
> Pues bien,
> te quedarás en casa, haciendo cosas mucho más importantes.
> Despliega los viejos pergaminos,
> colecciona los elementos de la vida según las instrucciones
> y ve juntándolos con sumo cuidado de uno en uno.

Piensa por qué y piensa más en el cómo.
Mientras me recorro un trocito del mundo,
descubriré los puntos que les faltan a las íes.
Así se alcanza la gran meta,
digno premio para tal esfuerzo;
oro, honor, gloria, vida larga y feliz,
y ciencia y virtud… quizá también.
¡Adiós!

[WAGNER (Apesadumbrado.)]

¡Adiós! Me oprime el corazón.
Miedo tengo de no verte nunca más.”
(Goethe, 2001, p. 287)

El personaje de Wagner no vuelve a aparecer en la obra de Fausto; de tal forma, se implica que no vuelve a encontrarse con el homúnculo, su creación. La indiferencia del sujeto artificial a su creador establece el castigo a la transgresión de la creación de lo artificial, es decir, Wagner dedicó su vida a una tarea que le dio frutos huecos.

Brevísima lectura de contexto: Frankenstein, el Prometeo moderno.

En la novela “Frankenstein” de Mary Shelley (1818), la trasgresión del Dr. Frankenstein al desafiar

los límites de la ciencia y crear artificialmente a un ser, conlleva consecuencias catastróficas para él y su entorno social. La obsesión del científico por trascender los límites de la mortalidad resulta en su desgracia personal, afectando también a sus seres queridos y a la criatura artificial en sí misma. La creación de esta entidad artificial, abandonada por su creador, experimenta el rechazo de su creador, de la sociedad, y en consecuencia, una existencia en soledad, desencadenando una serie de eventos trágicos que, desde una perspectiva moral, destacan la irresponsabilidad y las repercusiones morales y materiales de la ambición científica.

En el texto "Ser hija de una perra. Mariana, la ciencia ficción, el cyberpunk y el cuerpo femenino en Ygdrasil de Jorge Baradit" (Acuña-Muriño, Ponce-Díaz, & Ávila-González, 2024) junto a la Dra. Monserrat Acuña Muriño, abordamos que Frankenstein o conocida originalmente como "El Prometheo Moderno" (Shelley, 1818), es una novela que al igual que "Fausto" -si seguimos de cerca la argumentación de González Vidal- se puede considerar como una obra fundacional, en este caso, para la ciencia ficción contemporánea.

La narrativa de Mary Shelley se moldea en el contexto de la llamada revolución industrial y gótico tardío. En este relato, el protagonista, el Dr. Victor Von Frankenstein, dista de personificar la figura heroica típica de la literatura gótica, al situarse como un científico racionalista que desafía a la

muerte y busca desentrañar los secretos más íntimos de la naturaleza (Ellis, 2018; Gibson, 2012; Rolfe, 2017). Lindsay Ellis destaca cómo esta obra estableció pilares temáticos perdurables en la ciencia ficción contemporánea (Ellis, 2017, 2018). Entre ellos, destaca el andamiaje ideológico producto de la revolución industrial de que la ciencia no tiene límites excepto los impuestos por la imaginación humana, reflejado en la determinación de Victor Von Frankenstein por superar la mortalidad. Asimismo, la novela busca abordar cuestiones éticas y morales vinculadas a los avances tecnológicos de su época. La obra de Shelly ratificó a los relatos de ciencia ficción como campos especializados narrativos para explorar temores, ansiedades y esperanzas, tanto del presente como del futuro (Asimov, 1978; Gibson, 2012). Así, Mary Shelley, en el siglo XIX, sentó las bases de una tradición literaria que sigue siendo relevante hoy en día, proyectando nuestra mirada hacia futuros nebulosos y desconocidos a través del prisma de la ciencia ficción (Acuña, Ávila-González, & Ponce-Díaz, 2022; Acuña-Muriño et al., 2024).

En la novela "El Prometheo Moderno" de Mary Shelley, ya se vislumbra la noción de la propiedad sobre el cuerpo del proletariado en la era de la Revolución Industrial (Marx & Engels, 1848). La trama, encarnada por el Dr. Frankenstein, ilustra cómo los detentores del capital se

perciben con un dominio casi absoluto sobre la corporalidad de los individuos de clases vulnerables, incluso más allá de su deceso.

> "Although I possessed the capacity of bestowing animation, yet to prepare a frame for the reception of it, with all its intricacies of fibres, muscles, and veins, still remained a work of inconceivable difficulty and labour. I doubted at first whether I should attempt the creation of a being like myself, or one of simpler organization; but my imagination was too much exalted by my first success to permit me to doubt of my ability to give life to an animal as complex and wonderful as man." (Shelley, 1818)

En el caso particular del Dr. Frankenstein, se constata cómo recurre a los restos mortales de personas pertenecientes a estratos desfavorecidos para llevar a cabo sus experimentos científicos. Esta dinámica pone de relieve la desigualdad y la instrumentalización de los cuerpos de los menos privilegiados, estableciendo un vínculo entre la revolución industrial y la percepción de los cuerpos proletarios como recursos carentes de agencia y propiedad. Así, la novela de Shelley, al explorar la empresa científica del Dr. Frankenstein, esboza una representación de la manera

en que la Revolución Industrial incidió en la relación entre el capital y la corporalidad de la clase obrera, sentando las bases de una mirada a la explotación del cuerpo humano en el contexto industrial emergente (Acuña-Muriño et al., 2024).

Brevísima lectura de contexto: Prometheus y Alien: Covenant.

En el contexto de la filmografía dirigida por Ridley Scott, "Alien: Covenant" emerge como una secuela directa de su predecesora, "Prometheus," y ambas películas sirven como precuelas al filme de 1979 "Alien." A pesar de la marcada presencia de las criaturas xenomorfas en todos los filmes, a un nivel de anamorphosis (Wolmart, 2017) se revela un eje nocional centrado en las inteligencias artificiales y los seres sintéticos. Este hilo conductor explora la conflictiva dinámica entre los creadores humanos y sus creaciones artificiales.

> David: I was with our illustrious creator, Mr. Weyland, when he died.
>
> Walter: What was he like?
>
> David: He was human. Entirely unworthy of his creation. (Scott, 2017)

Tanto en "Prometheus" como en "Alien: Covenant,"

la relación entre los denominados Ingenieros -criaturas ancestrales que crearon a la humanidad por motivos desconocidos- y la humanidad, así como la conexión ambigua entre Peter Weyland y su androide David, nos presentan un distanciamiento, e incluso repudio, entre los seres artificiales y sus creadores humanos.

> Walter: When one note is off, it eventually destroys the whole symphony, David.
> David: When you close your eyes... Do you dream of me?
> Walter: I don't dream at all.
> David: No one understands the lonely perfection of my dreams. I found perfection here. I've created it. A perfect organism.
> Walter: You know I can't let you leave this place.
> David: No one will ever love you like I do.
> [kisses him, then suddenly strikes him fatally]
> David: You're such a disappointment to me. (Scott, 2017)

Este enfoque recurrente en la interacción entre la inteligencia artificial y la humanidad añade una capa de significación, que rebasa la mera presencia de las criaturas

alienígenas, configurando un eje nocional moral en torno a la creación, la transgresión y el castigo a tal transgresión que atraviesa toda la saga cinematográfica -e incluso otras obras del mismo Ridley Scott, véase el caso del filme Blade Runner, transcodificación del texto de Philip K. Dick.

En “Prometheus,” la trama se centra en los Ingenieros, una antigua raza alienígena que se revela como los creadores de la humanidad. Sin embargo, en lugar de mostrar afecto por su creación, los Ingenieros expresan desprecio y, conforme es descubierto en el progreso narrativo del filme, planean exterminar a la humanidad. El relato también sigue la búsqueda del multimillonario Peter Weyland, quien financió la expedición en busca de los Ingenieros, en un intento obsesivo de obtener la inmortalidad. La relación entre Weyland y su sintético David es contradictoria y contrastante: por un lado, Weyland desprecia a su hija biológica, pero muestra una extraña conexión paternal con su creación artificial. David, por su parte, revela su curiosidad por la creación de nuevas formas de vida, contrastando con su nulo respeto por la vida humana, lo que establece la recurrencia en torno a la creación, la transgresión y el castigo a tal transgresión. La trama de “Prometheus” sienta las bases para explorar las consecuencias morales y existenciales de la creación artificial, temas que se desarrollan más a fondo en “Alien: Covenant.”

David: May I ask you a question, father?

Peter Weyland: Please.

David: If you created me, who created you?

Peter Weyland: Ah... the question of the ages... which I hope you and I will answer one day. All these wonders of art... design, human ingenuity... All utterly meaningless in the face of the only question that matters. Where do we come from? I refuse to believe that mankind... is a random by-product of molecular circumstance. No more than the result of... Mere biological chance. No. There must be more. And you and I, son, we will find it.

David: Allow me then a moment to consider. You seek your creator. I am looking at mine. I will serve you, yet you're human. You will die, I will not.

Peter Weyland: Bring me this tea, David. Bring me the tea. (Scott, 2017)

En "Alien: Covenant," se destaca la contradictoria relación entre Peter Weyland, creador de David, un sujeto artificial avanzado, y la creación subsecuente de David: los xenomorfos. La película revela cómo David, motivado por una compleja mezcla de lealtad, resentimiento y ambición, se convierte en el arquitecto y facilitador de la existencia de los abominables xenomorfos. Este acto de creación artificial

se convierte en un elemento punitivo contra la humanidad, sirviendo como una especie de castigo cósmico por la transgresión de Weyland al crear a David en un intento de igualar a los creadores de la humanidad: los ingenieros. La historia subraya la discordante carga moral de la creación artificial, explorando las consecuencias mortales que pueden surgir cuando la ambición científica se redunda y se manipulan las fronteras de la vida y la creación.

> Oram: What do you believe in, David?
> David: Creation. (Scott, 2017)

En la trama del filme “Alien: Covenant”, podemos señalar nuestro interés y énfasis en el aspecto de la relación entre Weyland como creador de David, un sujeto artificial, David como creador de los xenomorfos, y los xenomorfos como un castigo contra la humanidad por la transgresión de Weyland de crear un sujeto artificial.

Creador, Sujeto artificial creado, transgresión al mundo natural y castigo a la transgresión.

Enestastresobraspodemosencontrarconfiguraciones nocionales, de las que emergen posturas ideológicas en las que se considera como una transgresión con consecuencias abominables el acto de creación de una nueva forma de vida equiparable a la humana. Si recurrimos a González-

Vidal, la transgresión en "Fausto", y en consecuencia en "Frankenstein" y "Alien: Covenant", aparece "vinculada a la insatisfacción: el individuo, insatisfecho, busca ampliar sus horizontes." (González-Vidal, 2012, p. 88), por medio del acto de creación, añadimos nosotros.

Con la finalidad de presentar una secuencia clara, comenzaremos señalando que el personaje de Wagner en "Fausto" de Johann Wolfgang von Goethe y Victor Frankenstein en "Frankenstein" de Mary Shelley comparten un vínculo intertextual fundamental a través de su insatisfacción existencial y la búsqueda de respuestas prohibidas para comprender la naturaleza de la existencia. En "Fausto", Wagner sirve como el confidente y asistente de Fausto, siendo un personaje secundario que, no obstante, nos podemos arriesgar a afirmar que representa a la insatisfacción y el deseo de conocimiento. Wagner, a través de su asociación con Fausto, busca el significado de la existencia a través de la exploración de actividades intelectuales y científicas, reflejando así una búsqueda insaciable de comprensión del mundo:

> "¡Una palabra aún! Hasta ahora he tenido que avergonzarme,
> pues viejo o joven me asediaban los problemas,
> como este, por ejemplo: nadie ha podido

> entender aún
>
> cómo es posible que alma y cuerpo se ajusten de tan precioso modo y se mantengan en unión tan firme como si nada pudiese separarlos y sin embargo se amarguen sin cesar la existencia.
>
> Por tanto...” (Goethe, 2001)

Por otro lado, Victor Frankenstein en “Frankenstein” se erige como el arquetipo del científico descontento que, inmerso en un afán desmedido por desentrañar los misterios de la vida, recurre a la creación de vida a partir de la materia inanimada. Su inquietud existencial y su decisión de transgredir las barreras éticas y naturales reflejan una incesante búsqueda de respuestas que emula la insatisfacción de Wagner en “Fausto”.

> “All my speculations and hopes are as nothing, and like the archangel who aspired to omnipotence, I am chained in an eternal hell. My imagination was vivid, yet my powers of analysis and application were intense; by the union of these qualities I conceived the idea and executed the creation of a man. Even now I cannot recollect without passion my reveries while the work was incomplete. I trod heaven in my thoughts, now exulting in my powers, now burning with the idea

of their effects. From my infancy I was imbued with high hopes and a lofty ambition; but how am I sunk!”

Ambos personajes, Wagner y Victor Frankenstein, comparten la característica de estar envueltos por una obsesiva sed de conocimiento y comprensión de la existencia, llevándolos a incurrir en actividades prohibidas. Esta conexión intertextual resalta la recurrencia en estas obras alrededor de la insatisfacción humana y la tentación de desentrañar los misterios de la vida a través de cualquier medio, estableciendo un vínculo intrínseco entre las narrativas.

Dentro del marco de la semiótica narrativa y considerando el vínculo entre Wagner de “Fausto” y Victor Frankenstein de “Frankenstein”, la conexión entre el homúnculo creado por Wagner y la criatura elaborada por Victor adquiere relevancia en la exploración de las consecuencias de la búsqueda desenfrenada de conocimiento y poder sobre la vida.

En “Fausto”, Wagner materializa su ambición a través de la creación de un homúnculo, un ser artificial que simboliza la manipulación de la vida mediante la alquimia. Esta entidad, aunque dotada de conocimientos y perspicacia, es un ser diminuto y frágil que, paradójicamente, expone la limitación inherente a la ambición humana de jugar a

ser creador. La creación del homúnculo de Wagner refleja la insatisfacción y el deseo de trascender los límites de la existencia convencional.

WAGNER

"¡Dios me salve! Cuando estaba de moda el engendrar,
lo calificamos de postura vanidosa.
El delicado punto del que surge la vida,
la magna fuerza que empuja desde adentro
y toma y da, destinada a dibujarse,
haciendo suyo lo próximo y luego lo lejano,
todo eso se ve despojado de su dignidad;
si el animal sigue gozando de ello,
el hombre, con su gran talento,
ha de tener en el futuro un origen mucho más excelso.
[…]
"¡Se está haciendo! La masa se agita y se aclara,
la convicción se afirma, se vuelve certeza,
lo que en la naturaleza es alabado como un misterio
aquí osamos probarlo con nuestro juicio,
y lo que de ordinario se junta y organiza,
aquí lo cristalizamos."

[…]

"Aumenta, fulgura, se aglomera,

en un instante estará hecho.

Un gran designio parece absurdo en sus comienzos,

pero nos reiremos del azar en el futuro,

y un cerebro que sabrá pensar,

también se convertirá en un pensador.

[Wagner contempla fascinado la redoma]

En el cristal resuenan poderes deliciosos;

se enturbia, se clarifica, ¡tiene que salir!

Veo una figura delicada,

veo agitarse un gracioso hombrecillo.

¿A qué aspiramos, a qué puede aspirar ya el mundo?

Pues el misterio ha sido revelado.

Prestad oídos a ese sonido,

se hace voz, se hace lenguaje."

[…]

"¡Ven, apriétame tiernamente contra tu corazón!

Pero no demasiado fuerte, no vaya a romperse el cristal.

Está en la naturaleza de las cosas:
a lo natural apenas le basta el universo,
lo artificial exige espacio cerrado."(Goethe, 2001, pp. 283–284)

En paralelo, la criatura de Victor Frankenstein en "Frankenstein" representa una manifestación más extrema de la búsqueda de poder sobre la vida. A diferencia del homúnculo, la criatura de Frankenstein es de proporciones humanas y posee una complejidad emocional que la convierte en un ser trágico. Esta criatura, abandonada por su creador, busca comprender su propia existencia y se ve enfrentada a la hostilidad de la sociedad, revelando las consecuencias desastrosas de la ambición sin restricciones.

El nexo intertextual entre el homúnculo de Wagner y la criatura de Frankenstein radica en la representación de la creación artificial como una empresa que, aunque motivada por la búsqueda de respuestas a la existencia, conlleva consecuencias ineludibles. Ambas obras ilustran las limitaciones y dilemas éticos asociados con la manipulación de la vida, sugiriendo que la transgresión de los límites naturales puede desencadenar repercusiones imprevisibles, constituyendo así una reflexión compartida sobre los peligros inherentes a la búsqueda desmesurada de conocimiento y poder.

En el contexto de nuestra discusión sobre la

semiótica narrativa y las búsquedas existenciales a través de la creación, la relación intertextual entre Weyland y el androide David en "Alien: Covenant" puede interpretarse como una extensión temática que encuentra resonancias en los personajes previamente mencionados de Wagner y Victor Frankenstein.

En "Alien: Covenant", Peter Weyland, como el creador de David, representa a la figura del innovador tecnológico motivado por una insaciable curiosidad sobre los fundamentos de la existencia humana, la creación y la mortalidad. Similar a Wagner y Victor Frankenstein, Weyland busca respuestas trascendentales y utiliza a David como un vehículo para satisfacer sus inquietudes existenciales. La creación de David como androide refleja la creencia de Weyland en que la tecnología avanzada puede proporcionar respuestas a las preguntas fundamentales de la existencia.

David, a su vez, se convierte en un reflejo de la insatisfacción inherente a la creación artificial. A pesar de su perfección técnica, David experimenta contradicciones emocionales y racionales, y una sed de conocimiento que lo distinguen de una mera herramienta. Esta dinámica refleja la dualidad presente en la creación artificial: la ambición de los creadores de trascender las limitaciones humanas y las inquietudes de las creaciones sobre su propia existencia.

La conexión intertextual entre Weyland y David

amplía la reflexión sobre la creación y sus implicaciones éticas y existenciales. Este vínculo refuerza la idea de que, a lo largo de diversas narrativas, la búsqueda de respuestas fundamentales mediante la creación artificial conlleva dilemas intrínsecos y desafíos imprevistos. Así, la relación entre Weyland y David se presenta como una expresión contemporánea de la constante exploración literaria y cinematográfica de la condición humana a través de la creación y sus consecuencias.

En el continuum de la narrativa intertextual delineada a lo largo de nuestra exposición, la creación de los Xenomorfos por parte del androide David en "Alien: Covenant" se presenta como la culminación de un patrón temático arraigado en la exploración literaria y cinematográfica de la búsqueda humana de respuestas a las cuestiones existenciales.

En un primer plano, David, creado por Weyland en su búsqueda insaciable de conocimiento y comprensión, emerge como una entidad sintética con un deseo inherente de trascender las limitaciones de su propia existencia artificial. Este deseo se manifiesta no solo en su complejidad emocional, sino también en su capacidad para crear, una facultad que, en última instancia, lo conecta con la línea temática que abordamos.

La creación de los Xenomorfos por parte de David, similar a la criatura de Victor Frankenstein y el

homúnculo de Wagner, simboliza la extrapolación extrema de la búsqueda de respuestas mediante la manipulación de la vida. Cada entidad, creada con intenciones diversas y a través de medios distintos, representa las consecuencias inevitables de desafiar los límites naturales. La criatura de Frankenstein, el homúnculo de Wagner, y los Xenomorfos de David comparten un hilo conductor: su condición como creaciones que, una vez liberadas, se tornan entidades autónomas y, en muchos sentidos, indómitas.

> "A la postre resulta que dependemos de las criaturas a las que dimos vida."(Goethe, 2001, p. 289)

Los Xenomorfos comparten con David el ímpetu e impuso por buscar la desgracia, desventura, dolor y penuria de sus antecesores cronológicos. David muestra desprecio hacia los humanos e ingenieros por igual. Sin embargo, los Xenomorfos parecen no tener impulsos violentos contra David, pero sí contra la humanidad. Podemos arriesgarnos a señalar que los Xenomorfos presentan una indiferencia hacía David similar a la del homúnculo hacia Wagner.

En Fausto, la transgresión a la norma natural en la creación del Homúnculo deriva en el castigo de la indiferencia del creado hacia su creador, Wagner espera que el Homúnculo le dé las respuestas fundamentales a la existencia en sí misma, y lo único que obtiene es una tarea improductiva. En Frankenstein el castigo a la transgresión

de la norma conlleva la desgracia del creador, sus seres amados y el mismo sujeto creado. En el caso de "Alien: Covenant", la transgresión a la norma natural de la creación comienza con la creación de David por parte de Weyland, transgresión cuyo castigo se derrama en toda la humanidad por medio de los xenomorfos.

La recurrencia nocional que subyace en estas relaciones ideológicas reside en la consideración de la creación artificial como una transgresión a los límites preestablecidos, ya sean estos naturales, éticos o tecnológicos. Este acto, lejos de quedar impune, se traduce sistemáticamente en un castigo intrínseco, delineando una trama narrativa que advierte sobre las consecuencias inherentes a la manipulación desmedida de la vida. La repetición de esta dinámica en diferentes contextos narrativos y temporales destaca la persistencia de estos temas en la exploración literaria y cinematográfica de la creación y sus implicaciones.

Esquema de relaciones	Nodos conceptuales
Creador: a) Wagner b) Victor Frankenstein c) Peter Weyland d) David	a) Alquimista que busca respuestas trascendentales mediante la creación del homúnculo. b) Científico obsesionado con la creación de la vida, desafiando los límites legales y naturales. c) Visionario y magnate tecnológico preocupado por su propia muerte. Crea a David, un androide avanzado. d) Androide con emociones y vicios humanos, busca comprender a la creación como concepto pragmático.
Sujeto artificial creado: a) Homúnculo de Wagner b) Criatura de Victor Frankestein c) David d) Xenomorfos (creados por David)	e) Ser artificial creado por la alquimia, signo de lo incognoscible. f) Entidad ensamblada a partir de restos humanos, signo de la transgresión al orden natural de la vida y la muerte. g) Androide avanzado, signo de la capacidad de creación. h) Criaturas abominables, resultado de la transgresión y creación de David, son el signo del castigo a la humanidad en sí mismas.
Transgresión al "Mundo natural" desde la creación de lo artificial: a) Wagner y el Homúnculo b) Victor Frankenstein y la Criatura c) Peter Weyland y David d) David y los Xenomorfos	i) Manipulación alquímica para crear vida fuera del orden reproductivo convencional. j) Creación de vida mediante ensamblaje de partes humanas, hay un desafió a las normas jurídicas y a la norma natural/cultural alrededor a la vida y la muerte. k) Creación de un androide con emociones e imperfecciones humanas, desafiando límites tecnológicos y con la intención de que David ayude a Weyland a evitar la muerte. l) Creación de criaturas abominables mediante manipulación genética, engaños, manipulación y agresiones físicas, simbólicas y sexuales.
Castigo a la transgresión: a) Wagner y el Homúnculo b) Victor Frankenstein y la Criatura c) Peter Weyland y David d) David y los Xenomorfos	m) La tarea de Wagner se torna improductiva, no obtiene las respuestas buscadas y es abandonado. La búsqueda de conocimiento es un árbol sin frutos. n) Sufrimiento, alienación y destrucción como castigo a la creación. o) Sufrimiento, la muerte de todas las personas involucradas en el proyecto de inmortalidad de Weyland, y otras consecuencias incontrolables como la creación de los Xenomorfos. p) El gran castigo a la humanidad representada por Peter Weyland, David como signo de lo artificial crea a los Xenomorfos, el castigo y azote de la raza humana.

Este vínculo intertextual entre las creaciones de David, Weyland, Victor Frankenstein y Wagner destaca la convergencia de las narrativas a través del tiempo y la diversidad de contextos. Se revela así una reflexión colectiva sobre la transgresión de límites éticos y naturales en la búsqueda incesante de respuestas a preguntas fundamentales, configurando una constante narrativa que permea obras literarias y cinematográficas a lo largo de distintas épocas y géneros.

Cada elemento se conecta a través de la constante narrativa de la búsqueda humana de respuestas a preguntas existenciales, revelando un patrón temático en el que la creación artificial conlleva dilemas éticos y repercusiones imprevisibles. La transgresión del orden natural, representada por la creación, se traduce en un castigo simbólico que subraya las limitaciones y peligros inherentes a la manipulación de la vida en el ámbito narrativo explorado.

Fuentes de información:

Acuña, K. M., Ávila-González, I., & Ponce-Díaz, R. (2022). Un viajero en tierras salvajes: La resignificación de la raza y la otredad en el filme Get out de Jordan Peele. *Amauta*, *20*(40), 87–96. https://doi.org/10.15648/am.40.2022.3512

Acuña-Muriño, K. M., Ponce-Díaz, R., & Ávila-González, I. (2024). Ser hija de una perra. Mariana, la ciencia ficción, el cyberpunk y el cuerpo femenino en Ygdrasil

de Jorge Baradit. Sincronía. Revista electrónica semestral de Filosofía, Letras y Humanidades, XVIII(85), 492–510. Recuperado de http://sincronia.cucsh.udg.mx/pdf/85/492_510_2024a.pdf

Asimov, I. (1978). My Own View. En Robert Holdstock (Ed.), The Encyclopedia of Science Fiction (1st ed.). United States of America: Wh Smith Pub;

Barthes, R. (1970). S/Z. París, Francia: Seuil.

Deleuze, G., & Guattari, F. (2009). Rizoma. México.: Fontamara.

Eco, U. (1992). Los límites de la interpretación. Barcelona: Lumen.

Ellis, L. (2017). Transformers and Film Studies: The Whole Plate. United States of America.

Ellis, L. (2018). The Evolution of Science Fiction. United States of America: PBS Digital Studios.

Everaet-Desmendt, N. (2006). Peirce's Semiotics. En Signo. Louis Hébert. Recuperado de http://www.signosemio.com/peirce/esthetics.asp.

Gibson, W. (2012). Distrust That Particular Flavor. United States of America.: G.P. Putnam's Sons.

Goethe, J. W. (2001). Fausto (P. Gálvez, Trad.). Barcelona: Bibliotex.

González-Vidal, J. C. (2012). El Fausto de Goethe como texto fundacional. En Tiempo, clasicismo y modernidad en el Fausto de Goethe (pp. 77–91). Morelia, Michoacán México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

González-Vidal, J. C. (2021). Modelos cognitivos,

estímulos sensoriales y procesos de percepción desde una perspectiva semiótica. Revista Chilena de Semiótica, (14), 102–115. Recuperado de https://www.revistachilenasemiotica.cl/l/modelos-cognitivos-estimulos-sensoriales-y-procesos-de-percepcion-desde-una-perspectiva-semiotica/

González-Vidal, J. C., & Ávila-González, I. (2021). Reflexiones sobre Semiótica. De la teoría a la práctica. Matanzas: Universidad de Matanzas de Cuba.

Greimas, J. (2016). Elementos para una teoría de la interpretación del relato mítico. En Communication: Vol. 8. Análisis estructural del relato. (11a ed., pp. 39–76). Ciudad de México: Fontamara.

Horta, J. (2023). Hábitos y Conocimiento: Las condiciones pragmáticas de un Modelo Científico. William James Studies, 18(1), 86–103. Recuperado de https://www.jstor.org/stable/48724666

Marx, K., & Engels, F. (1848). Manifiesto del Partido Comunista. Alemania: Marxists Internet Archive. Recuperado de https://www.marxists.org/espanol/m-e/1840s/48-manif.htm

McNabb, D. (2019). Hombre, signo y cosmos: La filosofía de Charles S, Peirce. Veracruz, México: Fondo de Cultura Económica.

Rolfe, J. (2017). Who is the lantern man in Phantom of the Opera? United States of America: Cinemassacre.

Scott, R. (Director). (2017). Alien: Covenant [Science Fiction]. Twentieth Century Fox.

Shelley, M. (1818). The Modern Prometheus. United Kingdom: Lackington, Hughes, Harding, Mavor &

Jones.

Wolmart, G. (2017). On Anamorphic Adaptations and the Children of Men. International Journal of Zizek Studies, 11(2).

Yepez, H. (2020). Cómo Zizek des-cubre y re-cubre ideología. Ensayo, México.

Modelo de medición, evaluación, descripción de la necesidad y pertinencia del programa de orientación educativa en estudiantes de primer año de bachillerato mediante clustering interpretable

Modelo de medición, evaluación, descripción de la necesidad y pertinencia del programa de orientación educativa en estudiantes de primer año de bachillerato mediante clustering interpretable.

Gustavo Adolfo López Saldaña, Yadira Guillén Sánchez, Sergio Rogelio Tinoco Martínez & Heberto Ferreira Medina.

Modelo de medición, evaluación, descripción de la necesidad y pertinencia del programa de orientación educativa en estudiantes de primer año de bachillerato mediante clustering interpretable

Gustavo Adolfo López Saldaña, Yadira Guillén Sánchez, Sergio Rogelio Tinoco Martínez, Heberto Ferreira Medina.

Introducción

El crecimiento económico de las regiones y por ende laboral genera la necesidad de un recurso humano mejor capacitado que satisfaga las necesidades de las organizaciones públicas y privadas que dirigen la economía de los países. Esta necesidad ha contribuido a la diversificación de profesiones cada vez más especializadas, así como al surgimiento de nuevas carreras profesionales y ocupaciones laborales de manera exponencial. De la misma manera los requerimientos de formación y capacitación por parte de la educación formal son mayores y exigen una elección ocupacional acorde a sus habilidades. Capacidades socioeconómicas y personales que garanticen el éxito laboral y la satisfacción personal y mejor aún, que la elección vaya acorde con la vocación construida desde la infancia en la familia.

Lo señalado anteriormente incrementa en gran medida la dificultad en los estudiantes adolescentes de elegir de manera adecuada y consciente su rumbo profesional;

además de la crisis psicosocial por la que atraviesa en plena búsqueda y construcción de su propia identidad y autoconcepto, mediante una serie de preguntas existenciales que le permita dar sentido a su ser y a su existencia. Es aquí donde se puede hacer uso de la tecnología, en específico del aprendizaje automatizado, que a través de técnicas como el clustering brinda la conjunción de ciertas variables que ayudarían al alumno a medir su alcance y obtener una propuesta más favorable para el desarrollo de su vida tanto de manera profesional como académica.

Revisión de la literatura

La orientacion

Es una rama de la Educación y la psicología. Según Vidales en 1988, distingue tres tipos de orientación: 1) La profesional, la cual aborda el mundo del trabajo y la productividad. 2) La vocacional, que se distingue por procurar la elección exitosa de la ocupación del estudiante, así como la extensión del término de vocación, que comprende la realización integral de toda la capacidad del ser humano a lo largo de su vida. Por último, la 3) educativa o escolar, la cual se da en las escuelas y procura el éxito escolar de las personas.

Esta clasificación se da en función de las actividades y las áreas que desempeña y enfatiza el orientador vocacional. La "Orientación vocacional" es la que se imparte en los

centros educativos de Nivel Medio Superior como disciplina, que se enfoca a estudiar las características de las relaciones del ser humano con el trabajo, la continuación de estudios, la carrera y otras actividades de la vida como pasatiempos, deportes y actividades altruistas o filantrópicas. Implica un proceso integral sustentado en una visión humanista que procure la realización del hombre mediante una vida productiva y sobre todo satisfactoria. Esta disciplina hace uso de métodos y técnicas para estudiar las capacidades, valores, motivaciones y factores ambientales que es importante considerar en la toma de decisiones relacionadas con el trabajo y la ocupación, así como el uso de teorías que explican el proceso de elección del ser humano en esta etapa de su vida.

Uno de los dos aspectos que observa la orientación es: 1) la vocación, entendida como un proceso de construcción durante toda la vida y, como aspecto natural del individuo, es entendido como fenómeno complejo constituido por creencias, sentimientos, aspiraciones y valores que motivan a la persona a actuar en determinada dirección; es algo subjetivo e interno al individuo por lo que se deben usar herramientas como técnica que evidencien los resultados y que contribuyan a la tarea orientativa más acercada a la necesidad contextual y social del individuo. Y la 2) que se aboca al orientador y se refiere a la observación del desarrollo de la carrera y/o a la ocupación; este es un

fenómeno objetivo y observable que evidencia fácilmente sus resultados.

De acuerdo con Vondracek et al. (1986), se caracteriza a la orientación vocacional y al desarrollo de carrera como la disciplina que:

- Abarca todo el ciclo de vida y está relacionado al desarrollo de la persona
- Requiere una visión multidisciplinaria para su estudio
- Debe considerar las diferencias individuales en el desarrollo de una carrera, así
    - como la relación del individuo con su ambiente.
- Estudian una gran variedad de eventos relacionados con la toma de decisión a diferentes niveles de análisis.

La educación permite el desarrollo de los países, el crecimiento de la economía, el incremento del capital humano y del conocimiento por parte de su población; las profesiones son un proceso que toma años de estudio y preparación en diversas áreas, desde las ciencias de la salud, pasando por ciencias exactas, negocios hasta las artes y el deporte. Prácticamente cualquier área es un área de estudio, es decir que cualquier aspiración de ser un profesional puede

ser estudiada y por lo tanto existe un camino para aquellas personas que buscan aprender dichos conocimientos y herramientas (Sánchez & Valdés, 2003).

En el mundo habitan 7.67 miles de millones de personas, de las cuales “solo el 6.7% de ellas cuentan con un título universitario”, de acuerdo con la Universidad Independence de Estados Unidos, incluso en países más desarrollados, el promedio de egresados de nivel superior es de 45% de la población entre 25-34 años, esto de acuerdo con la publicación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020). En Estados Unidos solo el 46% de los alumnos poseen un título universitario (Hanson,2021). En México, por otro lado, solamente el 24% de la población cuenta con dicho nivel académico (OCDE,2020).

Perfil académico del orientador vocacional

Esta disciplina debe ser dirigida por un orientador profesional, que intente explicar los factores que intervienen en el desarrollo de una carrera y en la vocación del individuo. Para ello debe tener una sólida formación en psicología, educación y desarrollo humano, ya que es un facilitador de la toma de decisiones. Este perfil se encuentra en el área de la pedagogía, trabajo social, psicología o, en su defecto, maestro normalista, siempre y cuando cumpla con el siguiente perfil académico que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Perfil académico del orientador.

	Perfil Académico del Orientador Vocacional
Conocimiento	- Sobre las principales teorías de la orientación. - Los factores que influyen en el desarrollo humano, teorías motivacionales y conductuales. - Información básica sobre las profesiones y puestos de trabajo. - Bases de la evaluación y medición en psicología y educación (Psicometría).
Habilidades	- Técnicas de comunicación. - Métodos de evaluación psicométrica. - Interpretación de pruebas estandarizadas y no estandarizadas. - Manejo de recursos didácticos para el trabajo.
Actitudes	- De aceptación hacia la persona a orientar. - De respeto hacia las decisiones, valores y aspiraciones de la persona. - De consideración positiva. - Madurez emocional que le permita trabajar con los conocimientos necesarios. - Responsabilidad y ética.

Fuente (Sánchez & Valdés; 2003)

Ciencia de datos

La ciencia de datos es un área multidisciplinaria que trata procesos y sistemas para extraer conocimiento o perspectivas de un largo volumen de datos, estos pueden ser de diferente forma, estructurada o no estructurada. Esta es una continuación del análisis de datos conocido como minería de datos y también como descubrimiento de conocimiento y minería de datos, o KDD por sus siglas en inglés (Liu, 2015). El ciclo de vida de la ciencia de

datos se divide en cinco etapas: 1) recolección, 2) pre-procesamiento, 3) transformación, 4) explotación de datos, 5) interpretación/evaluación; a estas etapas se añade: 6) generación del conocimiento. En cada uno de estos procesos se hacen uso de diferentes herramientas o metodologías y es el científico de datos el responsable de entender todos y cada uno de ellos. Como se observa en la figura 1.

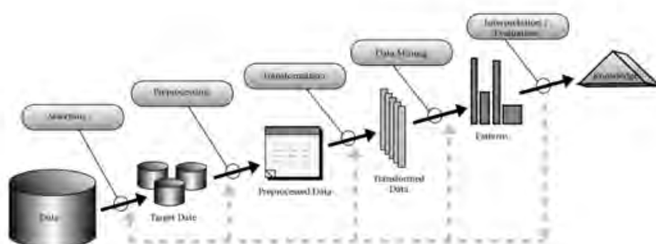


Figura 1. Ciclo de vida de la ciencia de datos

Phil Kim (2017), identifica tres herramientas fundamentales para la ciencia de datos que son: 1) la inteligencia artificial, 2) machine learning y 3) deep learning. Él clasifica a estas tres herramientas de la siguiente manera: a deep learning se le considera como una rama de machine learning, mientras que machine learning es etiquetada como

una rama de la inteligencia artificial. Este mismo autor define el concepto de machine learning como el proceso de construcción de un modelo para los datos, donde los datos pueden ser de cualquier fuente (textos, imágenes, video, mediciones, etc.), mientras que el modelo constituye el producto final obtenido por un algoritmo de machine learning.

El conjunto de los datos suele dividirse en dos subconjuntos, denominados conjunto de entrenamiento y conjunto de pruebas. Los datos de entrenamiento se utilizan para entrenar al modelo de machine learning, mientras que los datos de prueba se utilizan para validarlo. Este esquema general de dividir al conjunto de datos en dos subconjuntos, entrenar el modelo y someterlo a un proceso de validación, suele construirse de manera iterativa hasta obtener el resultado final, lo que en muchas ocasiones ayuda a predecir algún acontecimiento con base en el análisis de los datos examinados.

Machine Learning (ML)

El ML es una de las ramas principales de la ciencia de datos, “es una forma de Inteligencia Artificial que permite a un sistema aprender de los datos en lugar de aprender mediante la programación explícita.” (IBM,

2021). El proceso normal del ML es que ingiere datos de entrenamiento y dentro del modelo se produce una salida de información una vez entrenado. Estos pueden ser iterativos y se pueden producir modelos más precisos basados en datos (IBM, 2021). Hay diferentes enfoques y muchas técnicas que se pueden aplicar al ML, estos dependen de la naturaleza del problema que se quiere resolver y el volumen de datos (Big Data). Las principales ramas del ML son: 1) aprendizaje supervisado, 2) aprendizaje no supervisado, 3) aprendizaje de refuerzo y 4) aprendizaje profundo, como se muestra en la figura 2.

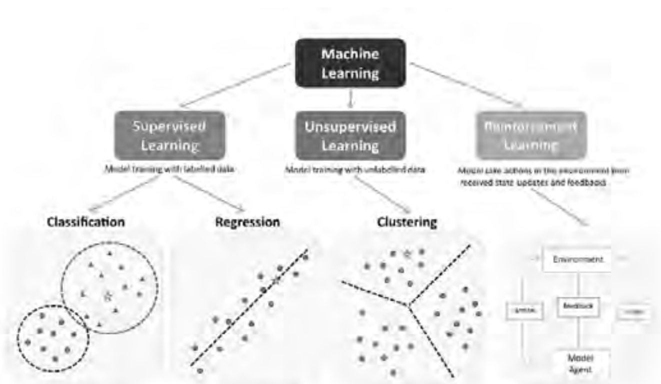


Figura 2. Tipos de aprendizaje automatizado

El aprendizaje supervisado tiene como característica que se cuenta con un conjunto de datos establecido, cuyo enfoque principal es encontrar patrones. Los datos tienen como característica una etiqueta que define el significado de los datos. Por su parte, el aprendizaje no supervisado tiene como característica los datos sin etiquetas. Los algoritmos clasifican los datos con base en los patrones o agrupaciones que encuentran. El aprendizaje de refuerzo es conductual, este algoritmo recibe retroalimentación del análisis de datos.

La diferencia con el aprendizaje supervisado es que no toma el conjunto de entrenamiento y es más una situación de prueba y error.

Existen varios modelos que se pueden usar con el aprendizaje automático que son ampliamente utilizados para predecir y resolver diversos problemas. Según Raschka & Mirjalili (2022), algunos de los más comunes son: 1) regresión lineal, este modelo se utiliza para predecir una variable continua (como el precio de una casa) en función de variables independientes (como el tamaño de la casa o el número de habitaciones), ver figura 3. Y la 2) regresión múltiple; aunque su nombre incluye “regresión”, en realidad es un modelo de clasificación. Se utiliza para predecir la probabilidad de un evento binario (por ejemplo, si un correo electrónico es spam o no), ver figura 4.

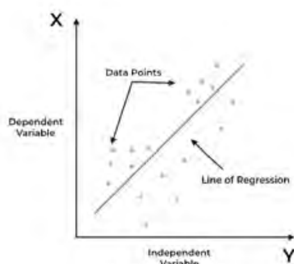
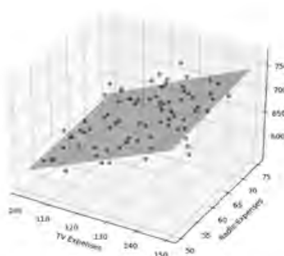


Figura 3. Regresión lineal


Figura 4. Regresión múltiple

La 3) árboles de decisión, son modelos que crean una estructura de árbol para tomar decisiones basadas en características. Son fáciles de interpretar y se utilizan tanto para clasificación como para regresión, como se muestra en la figura 5. Otro modelo es el 4) Random Forests, que es una extensión de los árboles de decisión; los bosques aleatorios combinan múltiples árboles para obtener predicciones más robustas y precisas (ver figura 6).

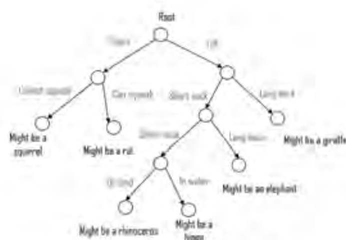


Figura 5. Árboles de decisión

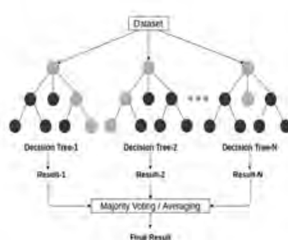


Figura 6. Bosques aleatorios

El 5) agrupamiento con K-means es un algoritmo que se utiliza para encontrar grupos de objetos similares, objetos que están más relacionados unos con otros que los objetos de otros grupos (ver figura 7). Algunos ejemplos de aplicaciones de agrupamiento orientadas a los negocios son la agrupación de documentos, música y películas por temas distintos, basada en conductas de compras comunes como punto de referencia para motores de recomendación. El clustering agrupa datos similares; aunque no es un modelo de predicción, permite ejecutar la clasificación de los datos (Ikotun et al., 2023).

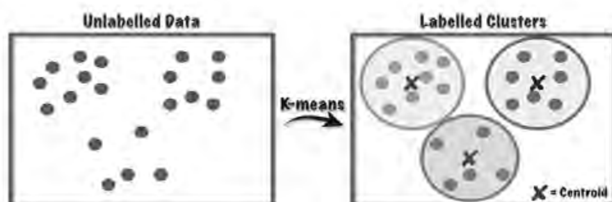


Figura 7. K – means, Clustering

Según Martínez et al. (2023), la 9) redes neuronales artificiales (RNA), son inspiradas en la estructura del cerebro humano; las redes neuronales profundas se utilizan para tareas complejas como procesamiento de imágenes y procesamiento del lenguaje natural. Las RNA sustituyen el funcionamiento del cerebro en una computadora.

Estos son solo algunos ejemplos, y hay muchos otros modelos y algoritmos utilizados en el aprendizaje automático. La elección del modelo depende del problema específico y los datos disponibles. Finalmente, el aprendizaje profundo es un tipo de ML muy específico porque involucra una solución basada en redes neuronales artificiales, que

empujan un gradiente a través de una red con millones de pesos, es decir, a través de diferentes capas iterativas. La clasificación de la inteligencia artificial es muy útil para soluciones que invlucren datos como imágenes, voz y aplicaciones de visión de computadora.

Interpretabilidad del Machine Learning

Interpretabilidad. Resulta complicado explicar matemáticamente la interpretabilidad por lo que,

en esta ocasión, desde una perspectiva “no matemática”, se define a la interpretabilidad como el grado en que un humano puede entender la causa de una decisión (Miller, 2019). Por su parte, Kim et al., (2016) refieren que la interpretabilidad es el grado en que un humano puede predecir consistentemente el resultado del modelo. Se puede decir entonces, que, cuanto mayor sea la interpretabilidad de un modelo de ML, más fácil le resultará a alguien comprender por qué se han tomado ciertas decisiones o se han hecho ciertas predicciones (Molnar, 2022). Un modelo es más interpretable que otro si sus decisiones son más fáciles de comprender para un humano, que las decisiones del otro modelo.

Alcance de la interpretabilidad. Un algoritmo entrena un modelo que realiza las predicciones; cada paso del modelo puede evaluarse en términos de transparencia o

interpretabilidad. La transparencia del algoritmo se refiere a cómo aprende un modelo a partir de los datos (de entrada) y qué tipo de relaciones puede reconocer. Algoritmos como el método de mínimos cuadrados para modelos regresión lineal están bien estudiados y comprendidos; estos se caracterizan por una gran transparencia. Los enfoques de aprendizaje profundo no se conocen tan bien y su funcionamiento interno es objeto de investigaciones en curso; estos últimos se consideran menos transparentes (Molnar, 2022).

Modelo interpretable. Se podría describir un modelo como interpretable si se puede comprender todo el modelo a la vez (Lipton 2016). Para explicar el resultado global del modelo, se necesita el modelo entrenado, el conocimiento del algoritmo y los datos. Según Molnar (2022), este nivel de interpretabilidad consiste en comprender cómo toma decisiones el modelo, basándose en qué características son importantes y qué tipo de interacciones se producen entre ellas.

Metodología

La Secretaría de Educación Pública de México presentó en 2019 las "Líneas de Políticas Públicas para la Educación Media", donde se abordan seis temas generales: 1) Calidad y equidad; 2) Contenidos y actividades para el aprendizaje; 3) Dignificación docente y revalorización de las condiciones laborales; 4) Gobernanza en la escuela; 5)

Infraestructura educativa, y 6) Financiamiento y recursos. El eje de Educación con Calidad y Equidad establece que un problema urgente por resolver es el abandono escolar. Se propone revisar las condiciones que existen en la comunidad estudiantil de este nivel educativo, además del funcionamiento de los programas que se han implementado con el objetivo de disminuir el abandono escolar. Por su parte, el apartado de Infraestructura Educativa se centra en mejorar las condiciones físicas y los servicios que se ofrecen en los planteles educativos para garantizar un entorno propicio para el aprendizaje; y, entre otros, propone lo siguiente: "Fortalecer los servicios de apoyo vocacional y psicológico para los estudiantes." La Orientación Educativa contribuye con lo establecido en los dos apartados anteriores, y para cumplir con su finalidad tiene que ser planificado, programado, ejecutado y evaluado (Jarrin, 2002). A continuación, se propone un modelo de medición, evaluación, y descripción de la necesidad y pertinencia del programa de Orientación Educativa en estudiantes de primer año de Bachillerato mediante clustering interpretable.

Programa de Orientación Educativa para favorecer la toma de decisión de una carrera profesional en estudiantes de Bachillerato

El programa de Orientación Educativa, busca favorecer la toma de decisión vocacional en los jóvenes de

Bachillerato, interviniendo de forma oportuna en la etapa inicial de este Nivel Educativo, considerando que en su gran mayoría no les fue brindado ningún tipo de apoyo vocacional por parte de las instituciones escolares a las que han pertenecido. Este trabajo apoyará en la elección vocacional de manera consciente, tratando de apegarse a las capacidades, intereses, necesidades económicas y sociales del contexto en el que se pretenda desarrollar. En forma general, se proponen tres niveles de intervención, buscando estimular determinadas acciones del pensamiento. El nivel I corresponde a las categorías de aprendizaje observadas en acciones del pensamiento de Conocimiento y Comprensión de la taxonomía de Bloom propuesta en 1956, que sirve como base teórica para el Modelo de Competencias. El nivel II hace uso del nivel de Análisis y Síntesis de la información y el nivel III hace referencia al nivel de Aplicación y Evaluación de la misma taxonomía; pretendiendo llevar al alumno al conocimiento de la información para que sea consciente de la situación actual y de su papel como individuo social que contribuya con sus decisiones argumentadas y sólidas al área del conocimiento y la innovación en el mundo globalizado en que se encuentra (Ver figura 8).



Figura 8. Propuesta programa de Orientación Educativa como estrategia didáctica.

Instrumento de medición del nivel I.

Se puede definir la medición según Carmines & Zeller, (1979) como el proceso de vincular procesos abstractos con indicadores empíricos mediante un plan explícito y organizado para clasificar. En este proceso el instrumento de medición o de recolección de datos juega un papel central ya que sin él no hay observaciones clasificadas.

El instrumento de medición que se propone aplicar antes del desarrollo del programa de intervención (preprueba), es la encuesta denominada "Análisis de la necesidad de una

Orientación Vocacional en los alumnos de Bachillerato" de Guillén (2018) y que emplea una propuesta de Likert (1932), diseñada en la plataforma electrónica e-encuesta (www.e-encuesta.com), conformada por 24 preguntas relacionadas con las variables de la investigación, y a la que se puede acceder en la siguiente dirección electrónica: http://www.eencuesta.com/s/MVKJlD7SQnuwt9wm2xSzwg/.

El instrumento diseñado para la fase de preprueba contribuye en la obtención de los siguientes datos:

1) Realizar un diagnóstico sobre el conocimiento del tema por parte de la población a estudiar.
2) Conocer ampliamente la población objeto de estudio.
3) Detectar la necesidad real sobre aspectos vocacionales.
4) Ubicar a los encuestados en el nivel socioeconómico, conocer su entorno escolar, la influencia parental.

Una vez identificado el problema con los alumnos de primer año de bachillerato, se deben medir los niveles de conocimiento que tienen sobre el contexto de su elección. Esos niveles son almacenados en un dataset, lo que permite su posterior análisis a través de la ciencia de datos. Se definió que el sustento y alcance de la investigación es fundamentada a través de diferentes enfoques entre los

cuales se encuentran los enfoques: 1) experimental, 2) exploratorio, 3) descriptivo y 4) correlacional (Kotari, 2014). Para el desarrollo de la investigación se definieron un conjunto de etapas las cuales se muestran en la figura 9.

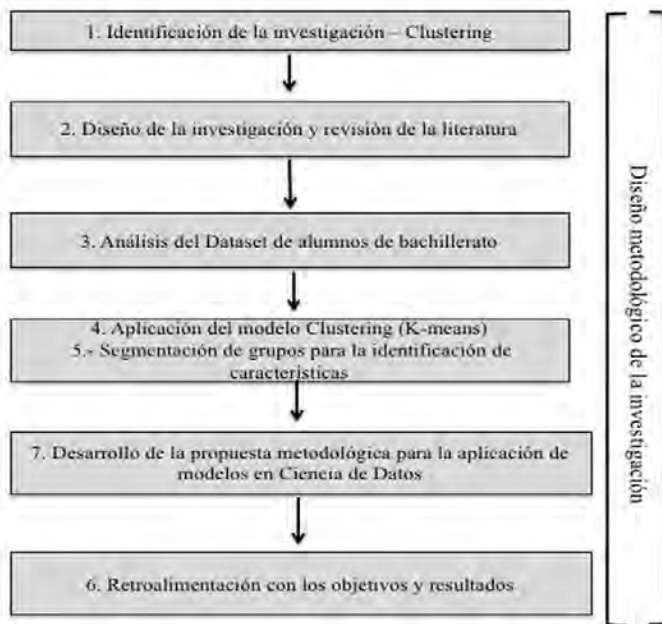


Figura 9. Etapas de la investigación

Análisis de datos mediante ML.

El dataset obtenido de la encuesta aplicada a los alumnos inscritos en el programa de Orientación Educativa no contiene variables de respuesta para poder hacer predicciones, ni etiquetas para clasificar. Con estas

restricciones, la técnica de clustering resulta apropiada para explorar las relaciones entre las características.

A diferencia de la clasificación supervisada, al no existir etiquetas de clase, el objetivo es agrupar los objetos en conglomerados o clústeres basándose únicamente en sus características observables, de forma que cada clúster contenga objetos con propiedades similares, y otros clústeres tengan características distintas. El método de K-means (MacQueen, 1967) proporciona una única partición de los datos en un número fijo de clústers, y actualmente ha mejorado con nuevos métodos de inicialización (Arthur y Vassilvitskii, 2007).

En otro sentido, una de las principales orientaciones del ML, es comprender el razonamiento que está detrás de las decisiones tomadas por los modelos (Lipton, 2016; Molnar, 2022; Murdoch et al., 2019). Los métodos tradicionales de clustering, incluido el K-means, asignan puntos a los clústeres basándose en alguna métrica de distancia, sin proporcionar ninguna descripción específica de los clústeres y de las razones por las que los puntos se asignan a ellos. Sin embargo, para esta propuesta, es fundamental comprender en qué se diferencian los clústeres resultantes, ya sea por datos demográficos, diagnósticos u otros factores.

Aunque la importancia de la interpretabilidad de los clústeres comienza a tomar importancia, el éxito a la hora de abordar esta cuestión ha sido limitado (Doshi-Velez y Kim,

2017). Un enfoque común es la visualización de clústeres en un gráfico bidimensional mediante proyecciones de Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés Principal Component Analysis) (Jolliffe 2011; Rao 1964); sin embargo, al reducir la dimensionalidad del espacio de características, el PCA vuelve opaca la relación entre los clústeres y las variables originales. En cambio, para la etapa de reducción dimensional se propone utilizar la técnica t-SNE o t-distributed Stochastic Neighbor Embedding en inglés; es una técnica para la visualización de datos de altas dimensiones, desarrollada por Hinton y Van Der Maaten (2008). Como en el caso del PCA, el objetivo es determinar un espacio más de menor dimensión conservando siempre la misma distancia entre los puntos, pero mejorando la interpretabilidad.

Los métodos de aprendizaje supervisado basados en árboles, como CART -por sus siglas en inglés, Classification and Regression Trees o árboles de clasificación y regresión- (Breiman et al., 1984), se adaptan de forma natural a los problemas que dan prioridad a la interpretabilidad, ya que sus divisiones de características y rutas de decisión ofrecen una visión de las diferencias entre las variables. Tomando en consideración lo anterior, se elige el algoritmo del “Interpretable Clustering via Optimal Trees (ICOT)”, desarrollado por Bertsimas y Dunn (2019) para interpretar los resultados de la medición del nivel I de intervención

del programa de Orientación Educativa mediante un modelo de K-means, posteriormente ajustando un Árbol de Clasificación Óptima (OCT por sus siglas en inglés, Optimal Classification Trees) para predecir el número de clúster asignado a cada muestra de nuestro conjunto de datos por el modelo de K-means. De este modo, el árbol resultante proporcionará, sin intervención manual, interpretaciones de los clústeres y conocimientos sobre el modo en que se asignan los puntos a estos conglomerados.

Resultados

A continuación se resumen los pasos del modelo de medición, evaluación, y descripción de la necesidad y pertinencia del programa de Orientación Educativa en estudiantes de primer año de Bachillerato mediante clustering interpretable:

Entrada: *Datos primarios de la preprueba "Análisis de la necesidad de una Orientación Vocacional en los alumnos de Bachillerato".*

Salida: *Árbol de decisión con la mejor calidad de agrupamiento.*

Paso 1. Aplicación de la preprueba.

Paso 2. Extracción, transformación y carga del dataset.

Paso 3. Reducción de dimensionalidad mediante t-SNE.

Paso 4. Selección a priori *del número de* k *centroides.*

{

Se sugiere comenzar con dos centroides.

}

Paso 5. Asignar cada muestra al centroide más cercano.

{

Aplicar la Ecuación 1:

$$\mu^j, j \in \{1, \dots, k\} \quad (1)$$

donde:

μ^j *es el punto representativo para el grupo j.*

}

Paso 6. Desplazar los centroides al centro de las muestras asignadas para ello.

Paso 7. Aplicación del algoritmo ICOT.

{

Inicialización un árbol de decisión.

Ejecución de una búsqueda local hasta que converge el valor objetivo.

Generación de árboles candidatos.

Elección del árbol final con la mayor puntuación de calidad de agrupamiento

(Bertsimas y Dunn, 2019).

}

Paso 8. Interpretación de los clústeres finales.

Conclusiones

- La Orientación Educativa en la educación media superior ayuda a los estudiantes a desarrollar un autoconocimiento sólido y a identificar las carreras u oficios que se ajustan mejor a sus fortalezas y preferencias, lo que aumenta la probabilidad de éxito académico y laboral a largo plazo. Además, el apoyo personalizado del orientador promueve un sentido de seguridad y bienestar emocional en los adolescentes, lo que puede ayudar a reducir el abandono escolar.
- El Machine Learning, y en específico, técnicas de clusterización, pueden ayudar a identificar la pertinencia y necesidad del programa Orientación Educativa por medio de la interpretabilidad.
- La propuesta del modelo de medición, evaluación, y descripción de la necesidad y pertinencia del programa de Orientación Educativa en estudiantes de primer año de Bachillerato mediante clustering interpretable permite focalizar los recursos al segmento estudiantil susceptible a desertar.

Fuentes de información:

Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). k-means++: The advantages of careful seeding. In *Proceedings of the 18th annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms* (pp 1027–1035). Society for Industrial and Applied Mathematics.

Berkley, U. de. (2018). No Title. https://ischoolonline.berkeley.edu/data-science/what-is- data-science/

Bertsimas, D., & Dunn, J. (2019). *Machine Learning under a Modern Optimization Lens*. Waltham: Dynamic Ideas Press.

Bertsimas, D., Orfanoudaki, A., & Wiberg, H. (2020). Interpretable clustering: an optimization approach. *Machine Learning*, *110*(1), 89-138. https://doi.org/10.1007/s10994-020-05896-2

Breiedman, J., Stone, C. J., & Olshen, R. A. (1984). *Classification and regression trees*. Boca Raton: CRC Press.

Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). *Reliability and validity assessment* (Vol. 17).

Doshi Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.1702.08608

Guillén, Y. (2018). *Programa para favorecer la toma de decisión de una carrera profesional en estudiantes de Bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México]. https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000799737

IBM. (2021). Machine Learning. Recuperado de https://

www.ibm.com/mx-es/analytics/machine-learning

Ikotun, A. M., Ezugwu, A. E., Abualigah, L., Abuhaija, B., & Heming, J. (2023). K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data. *Information Sciences*, *622*, 178-210.

Jarrin, P. (2002). Desarrollo Vocacional y Profesional. Don Bosco, Quito.

Jolliffe, I. (2011). Principal component analysis. En *International encyclopedia of statistical science* (pp. 1094–1096). Springer.

Kim, B., Khanna, R., & Koyejo, O. (2016). Examples are not enough, learn to criticize! criticism for interpretability. *Proceedings of the 30th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 2288–2296. Recuperado de https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2016/hash/5680522b8e2bb01943234bce7bf84534-Abstract.html

Kim, P. (2017). MATLAB Deep Learning. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2845-6

Kothari C., and Garg G., “Research Methodology Methods And Techniques”. 3rd ed. New Delhi: New Age International, 2014.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology, 22 140,* 55.

Lipton, Z. C. (2016). The Mythos of Model Interpretability. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.1606.03490

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and

analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the 5th Berkeley symposium on mathematical statistics and probability, volume 1: Statistics* (pp. 281–297). Berkeley, CA: University of California Press.

Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., Ocarranza-Prado, I., & Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Psicodidáctica*.

Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*, *267*, 1-38. https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007

Molnar, C. (2022). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable* (2nd ed.). https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/

Murdoch, W. J., Singh, C., Kumbier, K., Abbasi-Asl, R., & Yu, B. (2019). Definitions, methods, and applications in interpretable machine learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(44), 22071–22080. https://doi:10.1073/pnas.1900654116

OECD. (2020). Hours worked. https://data.oecd.org/emp/hours-worked.htm

Rao, C. R. (1964). The use and interpretation of principal component analysis in applied research. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series A (1961-2002)*, *26*(4), 329–358.

Raschka, S., & Mirjalilli, V. (2019). *Python Machine Learning: Aprendizaje automático y aprendizaje profundo con Python, Scikit-Learn y TensorFlow* (2.ª ed.).

Sage publications.

Sánchez Escobedo, P. A., & Valdés Cuervo, Á. A. (2003). *Teoría y práctica de la orientación en la escuela: Un enfoque psicológica.* D.F., México: Manual Moderno.

Van Der Maaten, L., & Hinton, G. E. (2008). Visualizing Data using t-SNE. *Journal Of Machine Learning Research*, *9*(86), 2579-2605. http://isplab.tudelft.nl/sites/default/files/vandermaaten08a.pdf

Vidales, Ismael (1988) Nuevas prácticas de Orientación Vocacional. Editorial Trillas. México. p. 99-103

Vondracek, F. W., & Schulenberg, J. E. (1986). Career development in adolescence: Some conceptual and intervention issues. *The Vocational Guidance Quarterly, 34,* 247–254.

Propuesta de intervención educativa basada en el uso de herramientas de inteligencia artificial que permita potenciar la experiencia de aprendizaje y reducir la deserción escolar en las Instituciones de Educación Superior

Propuesta de intervención educativa basada en el uso de herramientas de inteligencia artificial que permita potenciar la experiencia de aprendizaje y reducir la deserción escolar en las Instituciones de Educación Superior.

Gustavo Abraham Vanegas Contreras & José Luis Cendejas Valdez.

Propuesta de intervención educativa basada en el uso de herramientas de inteligencia artificial que permita potenciar la experiencia de aprendizaje y reducir la deserción escolar en las Instituciones de Educación Superior

Gustavo Abraham Vanegas Contreras, José Luis Cendejas Valdez

Tecnologías de la Información,

Universidad Tecnológica de Morelia.

Introducción

En la era actual, donde la tecnología y la educación convergen de manera ineludible, surge la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras que no solo enriquezcan la experiencia de aprendizaje, sino que también aborden desafíos críticos como la deserción escolar.

La capacitación docente puede ser un factor clave para abordar las causas subyacentes de la deserción escolar al mejorar la calidad de la enseñanza, adaptarse a las necesidades de los estudiantes y crear un entorno educativo favorable. Sin embargo, es importante señalar que la deserción escolar es un fenómeno complejo y multifactorial, y la capacitación docente es solo uno de los muchos aspectos que deben considerarse para abordar este problema. Se

considera entonces que la capacitación docente en el uso de la inteligencia artificial en la educación es esencial para aprovechar el potencial transformador de esta tecnología y garantizar que beneficie positivamente a los estudiantes y al proceso educativo en general.

Por este motivo, se presenta una propuesta metodológica diseñada para apoyar a las instituciones educativas en la efectiva capacitación de los docentes. Esta metodología busca proporcionar una guía clara sobre las áreas en las que los educadores deben enfocarse durante su formación. Al hacerlo, se pretende no solo fortalecer sus habilidades, sino también destacar la importancia de su rol en la mejora de la experiencia de aprendizaje. Se espera que este enfoque contribuya significativamente a la reducción de los índices de deserción escolar, al asegurar un ambiente educativo más enriquecedor y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

A través del desarrollo de esta propuesta metodológica integrada con el uso ético y responsable de herramientas educativas basadas en inteligencia artificial, aspiramos a transformar la manera en que los estudiantes se comprometen con el conocimiento, impulsando no solo su rendimiento académico, sino también reduciendo la deserción escolar. Este trabajo nos embarca en la creación de un entorno educativo que no solo educa, sino que también inspira y sostiene a cada estudiante en su trayectoria

académica.

Revisión de la literatura

Deserción escolar

La deserción escolar se refiere al abandono prematuro del sistema educativo. Este proceso generalmente comienza como un alejamiento gradual pero recurrente, que culmina en la separación total de los estudios. En México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) define la deserción como la renuncia a las actividades escolares antes de que concluya el ciclo escolar. Esta situación se observa en todos los niveles educativos, donde aspectos intrínsecos (personales) y extrínsecos (familiares, económicos, docentes, sociales, etcétera) influyen en la decisión de los estudiantes. (Cetina y otros, 2021)

Causas de deserción en México en la educación superior

La deserción escolar en la educación superior en México es un fenómeno complejo que involucra múltiples factores. A continuación, presento algunas de las causas identificadas en la literatura:

- Deficiencias en los planes y programas de estudio.
- Las fallas latentes en los currículos pueden afectar la motivación y el interés de los estudiantes. Es fundamental revisar y actualizar los contenidos académicos para mantener su relevancia.

Preparación y actualización del personal docente:

La calidad de la enseñanza está directamente relacionada con la formación y actualización de los profesores. La falta de capacitación y actualización puede afectar la experiencia de aprendizaje.

Dificultades familiares:

Los problemas familiares, como conflictos, situaciones económicas precarias o falta de apoyo, pueden influir en la decisión de abandonar los estudios

Carencia de un objetivo o proyecto de vida:

Los estudiantes que no tienen una visión clara de su futuro profesional pueden enfrentar dificultades para mantener su compromiso con la educación superior (Rochin, 2021).

Experiencia de aprendizaje

Es el conjunto de actividades, interacciones y entornos a través de los cuales los estudiantes adquieren conocimientos, habilidades y actitudes. Las experiencias de aprendizaje integran componentes educativos tradicionales como conferencias, con interacciones contemporáneas que incluyen juegos y el uso de IA en la educación.

Las experiencias de aprendizaje en el siglo XXI son dinámicas y personalizadas, influenciadas por el contenido, la pedagogía y la tecnología. Hoy en día, las experiencias de aprendizaje efectivas no solo respaldan el dominio de la materia ya que, bien diseñadas, preparan a los estudiantes

para el lugar de trabajo al perfeccionar habilidades interpersonales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación creativa.

Conexión entre la deserción escolar y experiencia de aprendizaje

La deserción escolar y la experiencia de aprendizaje están intrínsecamente relacionadas en el contexto educativo; esta relación puede deberse a diversos factores como: La motivación y el compromiso, el entorno escolar y la falta de recursos. Sin embargo, en la literatura revisada y en lo que compete al tema de este artículo se encontró también que los estilos de aprendizaje de cada estudiante pueden influir, ya que ellos tienden a tener diferentes estilos de aprendizaje y preferencias.

Una educación que se adapta a diversos estilos y utiliza enfoques pedagógicos variados puede mejorar la experiencia de aprendizaje. Si un estudiante se siente frustrado o desconectado debido a un método de enseñanza que no se ajusta a su estilo de aprendizaje, es más probable que considere abandonar la escuela.

También se encontró que la experiencia de aprendizaje se ve influenciada en la relevancia y aplicación práctica, es decir, si los estudiantes no ven la conexión entre lo que están aprendiendo y su vida cotidiana o futuras metas, es más probable que pierdan interés y consideren abandonar la escuelan (Caicedo & Yarce, 2021).

Inteligencia Artificial (IA) y experiencia de aprendizaje

Se ha comentado que la experiencia de aprendizaje se ve influenciada por la diversidad de los estilos de aprendizaje del estudiante, además de la relevancia y aplicación práctica. Esto implica utilizar métodos de enseñanza para involucrar a los estudiantes y entregar el plan de estudios de una manera significativa. Desde una perspectiva psicológica, la experiencia de aprendizaje se refiere a las emociones, percepciones y procesos cognitivos de un estudiante mientras absorbe información. Lo anterior pude lograrse a través de herramientas de inteligencia artificial que auxilien al docente a crear material didáctico más atractivo para el estudiante y facilitar actividades prácticas e inmersivas.

Inteligencia artificial y su uso en la educación.

La inteligencia artificial (IA) puede definirse como «la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana». Pero, para brindar una definición más detallada, podríamos decir que la IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano (Rouhiainen, 2018).

La IA puede tener diversas aplicaciones en la educación, tales como:

- Personalización del aprendizaje según las necesidades, intereses y ritmos de cada alumno, ofreciendo contenidos, actividades y comentarios adaptados a su perfil y progreso para adaptar el aprendizaje a las necesidades, intereses y ritmos de cada estudiante.
- Utilizar análisis de datos y agentes inteligentes, como tutores virtuales o chatbots, para detectar dificultades en el aprendizaje y brindar apoyo y orientación a los estudiantes que lo necesiten.
- Con el uso de sistemas de gestión, evaluación y calificación automatizados, se automatizan las tareas administrativas y se libera el tiempo de los docentes para dedicarse a planificar, innovar e interactuar con los estudiantes.
- Usar herramientas como la realidad aumentada, la realidad virtual, la gamificación y la simulación para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje y mejorar los resultados educativos (UNESCO, 2024).

Según la UNESCO, la IA tiene un fuerte potencial para acelerar el proceso de consecución de los objetivos globales de educación mediante la reducción de las dificultades de acceso al aprendizaje, la automatización de los procesos de gestión y la optimización de los métodos que permiten mejorar los resultados en el aprendizaje mediante la mejoría del sistema de gestión de la educación,

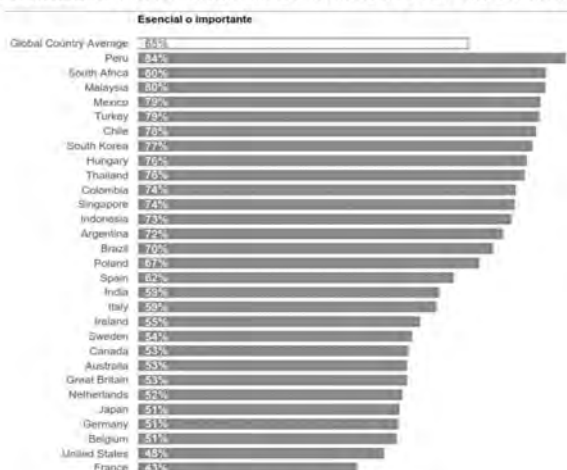
los sistemas de gestión del aprendizaje asistidos por la IA u otras aplicaciones del ámbito de la IA en la educación, identificando nuevas formas de aprendizaje personalizado para apoyar el trabajo de los docentes y hacer frente a los desafíos de la enseñanza (UNESCO, 2024).

Importancia de la capacitación docente en el buen uso de herramientas de Inteligencia Artificial

La capacitación docente en el buen uso y manejo de herramientas de inteligencia artificial (IA) en la educación es esencial para aprovechar todo el potencial de estas tecnologías en el contexto educativo y garantizar que se utilicen de manera efectiva y ética para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Según el último Monitor Global de Educación de Ipsos (2023), hay un creciente reconocimiento mundial de la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de estas herramientas tecnológicas. Además, se llevó a cabo una encuesta sobre la importancia de la capacitación docente en temas relacionados con la inteligencia artificial; para ser más específicos, se le pregunto al docente si usaría la IA en sus métodos de enseñanza (por ejemplo, en la preparación de la clase). En la imagen 1, se muestran los resultados de diferentes países incluido México (IPSOS, 2023).

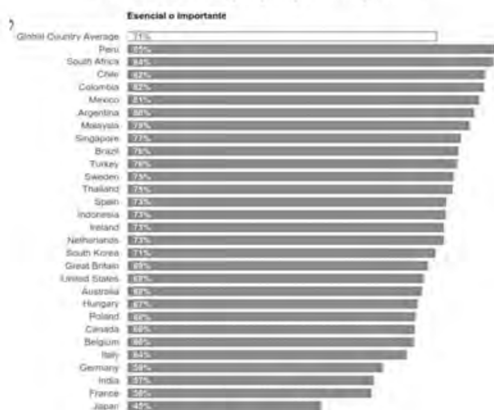
Imagen 1. Resultados encuesta enseñar a docentes sobre IA en sus métodos de enseñanza



Fuente: ipsos.com

Por otro lado, también se preguntó: ¿Qué tan importante es para los maestros capacitarse en identificar documentos escolares (por ejemplo, ensayos) y respuestas a pruebas que los estudiantes escribieron usando IA? En la imagen 2 podemos apreciar que en México el 81% de docentes considera de suma importancia este rubro.

Imagen 2: Importancia de capacitación docente en identificación del uso de IA por parte de los estudiantes en ensayos y respuestas a pruebas.



Fuente: ipsos.com

A continuación, se muestran algunas de las razones más importantes sobre la capacitación docente en el uso de herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la educación:

Eficiencia en la Enseñanza: La capacitación permite a los docentes utilizar eficientemente las herramientas de IA para mejorar la planificación de lecciones, la evaluación y la retroalimentación.

Personalización del Aprendizaje: Con la capacitación adecuada, los docentes pueden personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante utilizando herramientas de IA que se adaptan a sus necesidades y estilos de aprendizaje.

Mejora de la Retroalimentación: Los docentes

capacitados pueden utilizar herramientas de IA para proporcionar retroalimentación rápida y detallada a los estudiantes, lo que favorece el proceso de mejora continua.

Identificación de Problemas de Aprendizaje: Con el conocimiento de las herramientas de IA, los docentes pueden identificar de manera temprana problemas de aprendizaje en los estudiantes y proporcionar intervenciones específicas.

Fomento de la Creatividad: La capacitación en herramientas de IA puede inspirar a los docentes a incorporar métodos creativos y proyectos innovadores en su enseñanza, promoviendo así la creatividad de los estudiantes.

Promoción de la Alfabetización Digital: Capacitar a los docentes en herramientas de IA contribuye a la alfabetización digital, permitiéndoles comprender y enseñar conceptos relacionados con la IA de manera efectiva.

Adaptación a Entornos Tecnológicos Cambiantes: Dado que la tecnología evoluciona rápidamente, la capacitación continua ayuda a los docentes a mantenerse al día con las últimas tendencias y cambios en el campo de la inteligencia artificial.

Integración Coherente en el Currículo: La capacitación facilita la integración coherente de herramientas de IA en el currículo, asegurando que se utilicen de manera efectiva y alineada con los objetivos educativos (UNESCO, 2023).

Resultados

La capacitación docente puede ser un factor clave para abordar las causas subyacentes de la deserción escolar al mejorar la calidad de la enseñanza, adaptarse a las necesidades de los estudiantes y crear un entorno educativo favorable. Sin embargo, es importante señalar que la deserción escolar es un fenómeno complejo y multifactorial, y la capacitación docente es solo uno de los muchos aspectos que deben considerarse para abordar este problema. Se considera entonces que la capacitación docente en el uso de la inteligencia artificial en la educación es esencial para aprovechar el potencial transformador de esta tecnología y garantizar que beneficie positivamente a los estudiantes y al proceso educativo en general.

De acuerdo a los datos estadísticos recabados por Ipsos Group S.A., se llegó a la conclusión de que los profesores deberían recibir más formación sobre IA. Si bien las actitudes de las personas hacia la IA y su papel en la vida de los estudiantes aún están divididas, existe mayor acuerdo en que los maestros deberían recibir más capacitación al respecto. Dos tercios de la población en 29 países piensan que los docentes deberían recibir capacitación sobre cómo usar la IA en sus métodos de enseñanza, mientras que siete de cada diez creen que los profesores deberían enseñar a los alumnos a utilizar la IA y recibir formación sobre cómo detectar si los alumnos utilizan IA en los trabajos escolares

(IPSOS, 2023).

Por este motivo, se presenta una propuesta metodológica diseñada para apoyar a las instituciones educativas en la efectiva capacitación de los docentes. Esta metodología busca proporcionar una guía clara sobre las áreas en las que los educadores deben enfocarse durante su formación. Al hacerlo, se pretende no solo fortalecer sus habilidades, sino también destacar la importancia de su rol en la mejora de la experiencia de aprendizaje. Se espera que este enfoque contribuya significativamente a la reducción de los índices de deserción escolar, al asegurar un ambiente educativo más enriquecedor y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

La propuesta de intervención educativa basada en el uso de herramientas de inteligencia artificial que permita potenciar la experiencia de aprendizaje y reducir la deserción escolar en las Instituciones de Educación Superior se presenta en la imagen 3 y consta de 5 fases principales, las cuales tienen como base la capacitación docente:

Fase 1: Evaluación diagnostica docente.

La evaluación diagnóstica docente es esencial para comprender el punto de partida de los docentes en términos de conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con la integración de herramientas de inteligencia artificial en la educación, por lo que se deben conducir sesiones iniciales de sensibilización para que los docentes comprendan

la importancia y el impacto potencial de la inteligencia artificial en la educación.

Se debe contextualizar la intervención dentro de la visión y misión institucional, destacando cómo la inteligencia artificial puede alinearse con los objetivos educativos. A continuación, se presentan algunas sub-fases para llevar a cabo una evaluación diagnóstica docente

1.1 Definición de Objetivos:

Objetivos Claros: Establecer objetivos claros para la evaluación diagnóstica. ¿Qué habilidades y conocimientos específicos deseas medir en relación con la inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza?

1. 2 Diseño de Instrumentos de Evaluación:

Selección de Métodos: Decidir qué métodos de evaluación se utilizarán, como cuestionarios, entrevistas, observaciones en el aula o análisis de proyectos.

Contenido Relevante: Las preguntas o tareas deben reflejar las competencias clave que deseas evaluar.

1.3 Identificación de Competencias Clave:

Competencias Técnicas: Debemos evaluar la comprensión técnica de los docentes en relación con la inteligencia artificial, como conocimientos básicos de algoritmos, machine learning y/o herramientas de inteligencia artificial para la educación.

Competencias Pedagógicas: Es importante evaluar

la capacidad de los docentes para integrar la inteligencia artificial de manera efectiva en su práctica pedagógica.

1.4 Revisión de Conocimientos Previos:

Evaluación de Experiencia Previa: Investigar la experiencia previa de los docentes con herramientas tecnológicas y su participación en iniciativas de educación digital.

Conocimientos Básicos: Mide la comprensión general de la inteligencia artificial y su relevancia en el contexto educativo.

1.5 Preparación de los Participantes:

Información Previa: Proporcionar información clara a los docentes sobre el propósito de la evaluación y cómo participar.

Confidencialidad: Asegurar a los docentes que la información recopilada se utilizará de manera confidencial y con fines formativos.

1.6. Aplicación de la Evaluación:

Sesión de Evaluación: Organiza una sesión específica para llevar a cabo la evaluación, asegurándote de que los docentes tengan el tiempo necesario para completarla.

Formato Flexible: Considera la posibilidad de utilizar formatos en línea o en papel según la comodidad y la accesibilidad de los docentes.

1.7 Análisis de Resultados:

Tabulación y Análisis: Procesa los datos recopilados y realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados.

Identificación de Patrones: Busca patrones comunes y áreas de mejora que puedan guiar el diseño de la capacitación.

1.8 Retroalimentación Individualizada:

Informe Personalizado: Se debe proporcionar a cada docente un informe individualizado que destaque sus fortalezas y áreas de desarrollo en relación con la inteligencia artificial.

Sesiones de Retroalimentación: Organizar sesiones para discutir los resultados y responder a preguntas.

Fase 2: Análisis y requisitos de capacitación

2.1 Identificación de Necesidades:

Una vez realizadas las encuestas o entrevistas con los docentes para comprender sus niveles actuales de conocimiento en inteligencia artificial y sus habilidades tecnológicas, es conveniente evaluar la infraestructura tecnológica de la institución para determinar la capacidad de implementar herramientas de inteligencia artificial.

2.2 Análisis de competencias actuales

Con la información recabada en la fase 1 se debe realizar un inventario de las habilidades y conocimientos actuales del personal docente en relación con la inteligencia artificial. Identificar brechas en las competencias y áreas

que requieren mayor desarrollo.

2.3 Establecimiento de Objetivos de Capacitación:

Definir claramente los objetivos que se desean alcanzar con la capacitación en inteligencia artificial. Alinear los objetivos con las metas educativas de la institución y las necesidades específicas de los docentes.

Fase 3: Diseño y desarrollo de material de capacitación y herramientas de IA a utilizar

3.1 Investigar y seleccionar las herramientas de inteligencia artificial que serán parte del programa de capacitación. Se debe asegurar que se cuenta con los recursos necesarios, como software, hardware y acceso a plataformas educativas.

3.2 Diseñar instrumentos de evaluación, como pruebas diagnóstica para medir el nivel de conocimiento previo y el progreso durante la capacitación. Preparar cuestionarios de retroalimentación para obtener comentarios de los docentes sobre la efectividad del programa.

3.3 Creación de un Plan de Implementación: Establecer un plan detallado para la implementación de la capacitación, incluyendo cronogramas, ubicaciones, recursos necesarios y roles de los facilitadores.

Fase 4: Implementación.

Se refiere a la puesta en marcha de la capacitación, es el momento en que los docentes adquieren habilidades prácticas y conocimientos aplicados. Se hacen las siguientes

recomendaciones:

4.1 Sesiones Interactivas y Prácticas:

Se recomienda diseñar sesiones de capacitación interactivas que permitan a los docentes participar activamente en el aprendizaje, integrando actividades prácticas para que los participantes apliquen directamente los conceptos aprendidos.

4.2 Apoyo Técnico en Tiempo Real:

Establecer un sistema de soporte técnico en tiempo real para resolver problemas técnicos que puedan surgir durante la capacitación, además de proporcionar recursos adicionales, como manuales y tutoriales, para referencia futura.

4.3 Creación de Comunidades de Práctica:

Fomentar la colaboración entre docentes creando comunidades de práctica en línea o grupos presenciales donde puedan compartir experiencias y recursos, estableciendo canales de comunicación para mantener la interacción después de la capacitación.

4.4 Reforzamiento Post-Capacitación:

Diseñar actividades o tareas para después de la capacitación que permitan a los docentes aplicar lo aprendido en situaciones del mundo real. Se debe procurar proporcionar recursos adicionales para el aprendizaje continuo.

4.5 Cierre con Reflexión y Planificación:

Finalizar la capacitación con una sesión de reflexión y planificación para que los docentes identifiquen cómo integrarán las herramientas de inteligencia artificial en su práctica educativa. Proporcionar orientación sobre los pasos a seguir y recursos disponibles para apoyar la aplicación práctica.

Fase 5: Evaluación de resultados

5.1 Establecimiento de Indicadores de Éxito:

Debemos definir indicadores claros y medibles que reflejen los objetivos de la capacitación en inteligencia artificial, como el aumento en el uso de tecnologías digitales en el aula o la mejora en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

5.2 Recopilación de Datos:

Recolectar datos cuantitativos y cualitativos a través de encuestas, entrevistas, observaciones en el aula, análisis de proyectos y desempeño estudiantil para evaluar el impacto de la capacitación.

5.3 Análisis de Resultados:

Analizar los datos recopilados para identificar tendencias, patrones y áreas de mejora, además de comparar los resultados obtenidos después de la capacitación con los datos de referencia recopilados antes de la intervención.

5.4 Informe de Resultados:

Elaborar un informe detallado que presente los hallazgos de la evaluación de resultados de manera clara y

concisa. Se debe destacar los logros alcanzados, los desafíos enfrentados y las recomendaciones para futuras acciones.

Imagen 3. **Propuesta metodológica diseñada para apoyar a las instituciones educativas en la efectiva capacitación de los docentes en el uso de herramientas de inteligencia artificial**



Conclusiones

La capacitación docente en inteligencia artificial (IA) es esencial para equipar a los educadores con las habilidades y el conocimiento necesarios para aprovechar el potencial de esta tecnología en el ámbito educativo.

La capacitación ayuda a los docentes a comprender cómo incorporar de manera efectiva las herramientas y aplicaciones basadas en inteligencia artificial en el entorno de aprendizaje.

Esto incluye la selección adecuada de recursos, la adaptación de materiales didácticos y la implementación de estrategias pedagógicas que aprovechen las capacidades de la IA, además de la posibilidad de utilizar la tecnología para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. La IA puede adaptar el contenido, el ritmo y los

enfoques de enseñanza según las necesidades individuales, optimizando así el proceso de aprendizaje.

Al realizar una evaluación exhaustiva de los resultados y una difusión eficaz de las mejores prácticas, se puede potenciar significativamente el impacto de la capacitación docente en inteligencia artificial. Además, se fomenta una cultura de aprendizaje continuo y colaboración dentro de la comunidad educativa; por último, mencionar que la evaluación diagnóstica es un proceso continuo, y los resultados pueden guiar la planificación y ajuste de la capacitación docente. Aunado a ello, es importante comunicar claramente a los docentes que el propósito principal es mejorar sus habilidades y contribuir al éxito de la integración de la inteligencia artificial en la educación.

Fuentes de información:

Caicedo, D., & Yarce, E. (2021). Deserción escolar desde la experiencia de los adolescentes de una zona rural. *Revista UniMar, 39*(1), 29-44. https://doi.org/https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar39-1-art2

Cetina, A., Góngora, L., & Domínguez, Y. (2021). Situación de la Deserción Escolar en el Sistema Mexicano. *Revista electrónica multidisciplinaria de investigación y docencia, 20*, 128-152. https://doi.org/https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2021No20/Ano2021No20-128-152.pdf

Hernández, M. A., Álvarez, J., & Aranda, A. (2017). El problema de la deserción escolar en la producción científica educativa. *Revista internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, XXVII*(1), 89-112. https://doi.org/https://

www.redalyc.org/journal/654/65456040007/html/

IPSOS. (septiembre de 2023). *Monitor Global de Educación.* ipsos.com: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2023-09/Ipsos%20Monitor%20Global%20de%20Educaci%C3%B3n.pdf

Ramírez, R. (2021). Relación Entre Capacitación Docente en TIC, Procesos de Enseñanza – Aprendizaje, Deserción y Fracaso Escolar. *Universidad de Santander. Udes*, 1-76. https://doi.org/https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/7939

Rochin, F. (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11*(22), 1-11. https://doi.org/https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.821

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro.* Planeta. https://doi.org/ISBN: 978-84-17568-08-5

Tocora, S., & García, I. (2018). La importancia de la escuela, el profesor y el trabajo educativo en la atención a la deserción escolar. *Varona*(2). https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3606/360672109023/html/

UNESCO. (23 de febrero de 2024). *La inteligencia artificial en la educación*. unesco.org: https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence

UNESCO, .. (20 de abril de 2023). *Cómo la inteligencia artificial puede reforzar la educación*. unesco.org: https://www.unesco.org/es/articles/como-la-inteligencia-artificial-puede-reforzar-la-educacion

Mejora de la enseñanza del aprendizaje automático computacional aplicado a la ciencia de datos a gran escala, en Universidades públicas mexicanas

Mejora de la enseñanza del aprendizaje automático computacional aplicado a la ciencia de datos a gran escala, en Universidades públicas mexicanas.

Sergio Rogelio Tinoco Martínez, Froylan Hernández Rendón, Heberto Ferreira Medina , Alberto Valencia García & Juan Jesús Ocampo Hidalgo

Mejora de la enseñanza del aprendizaje automático computacional aplicado a la ciencia de datos a gran escala, en Universidades públicas mexicanas

Dr. Sergio Rogelio Tinoco Martínez, Dr. Heberto Ferreira Medina[06], MTI. Alberto Valencia García, Dr. Juan Jesús Ocampo Hidalgo

Resumen

La enseñanza en conjunto con la capacitación tanto del aprendizaje automático (ML) como del aprendizaje profundo (DL) y los grandes volúmenes de datos (*Big Data* – BgD) en universidades de México, se han convertido en una necesidad que requiere de la aplicación de cursos especializados, manuales y prácticas de laboratorio que ayuden a una mejora en el aprendizaje de la Ciencia de Datos (DS) y de la Inteligencia Artificial (AI). En este trabajo se muestra cómo la academia y la industria de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) utilizan herramientas para el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data) en la toma de decisiones de problemas reales, que son difíciles de tratar e interpretar directamente, convirtiendo a la AI en una alternativa real de solución. Se busca una opción del cómo se pueden resolver problemas nacionales de gran envergadura, a través de la inclusión de estos temas en las asignaturas afines, dentro

06 Autores de correspondencia: hferreir@iies.unam.mx,

de las diferentes áreas de profundización del conocimiento que las universidades ofertan en México. La metodología utilizada en este proyecto es la siguiente: 1) selección de los temas y herramientas necesarios para el ML, el DL y el BgD, 2) diseño de prácticas aplicadas a problemas reales, 3) implementación y/o aplicación de dichas prácticas en manuales y 4) diseño de un diplomado con valor curricular que permita atacar el rezago en la educación de la AI y la DS. Se muestran, además, los resultados de una encuesta aplicada a académicos y estudiantes que ya han tomado cursos afines, aunados a los temas que los cursos propuestos y las prácticas buscan fortalecer, desarrollando las competencias que se necesitan para la solución de problemas en donde el ML y el BgD son una alternativa real.

Introducción

Este trabajo se centra en investigar y desarrollar temas en la Ciencia de Datos (DS, ésta y las abreviaciones siguientes por sus siglas en inglés), la Inteligencia Artificial (AI), el aprendizaje automático (ML), el aprendizaje profundo (DL), el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data, por su denominación en inglés y abreviado BgD en el resto de este trabajo) y sus herramientas que contribuyan a conformar la propuesta de una mejora de la enseñanza en el aprendizaje automático y profundo. Su objetivo principal es proponer talleres y cursos a través de

un diplomado y manuales de prácticas que ayuden a generar el conocimiento en docentes, estudiantes y profesionistas de universidades que coadyuve a la creación de una nueva área de profundización del conocimiento en la Ciencia de Datos y la Inteligencia Artificial.

La propuesta generada por el Banco de México, en su estrategia 2019-2024, propone varios sectores a los cuales puede impactar este trabajo de investigación. Entre ellos se encuentran los sectores de: 1) Movilidad, 2) Eléctrico/Electrónico, 3) Modelado de piezas, 4) Bienes de capital, 5) Textil-Confección/Calzado, 6) Salud y 7) Tecnología. En estas esferas de desarrollo sobresalen cinco áreas en particular, las cuales son: a) industria digital, b) energías limpias, c) robótica, d) biotecnología y e) nanotecnología. El análisis de grandes volúmenes de datos ha permitido que las ciencias exactas tengan un papel importante para la toma de decisiones en las organizaciones dentro de las áreas mencionadas, lo que permite modelar propuestas de solución por medio de representaciones de datos de problemas reales y que requieren de un procesamiento computacional intensivo, lo que genera el almacenamiento de grandes cantidades de datos haciendo cada vez más complejo su manejo; esto es conocido como “Big Data”.

La vinculación de esta investigación con los sectores de la economía también se apega al Plan de Desarrollo Institucional de la UNAM 2019-2023, el cual está

estructurado en seis ejes estratégicos, entre ellos los ejes: I) Comunidad universitaria igualitaria, con valores, segura, saludable y sustentable y II) Cobertura y calidad educativa. Se busca entonces impactar de manera directa en el Eje II en donde se define el Proyecto 3, el cual hace referencia a "Promover el desarrollo y la implementación de planes y programas de estudio de licenciatura en la modalidad mixta (híbrida) con asignaturas presenciales y a distancia". En este contexto, la propuesta consiste en generar mejoras en la aplicación de la DS y la AI a los problemas prioritarios del país.

El Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES, UNAM), del cual se desprende esta investigación en conjunto con la ENES Morelia (descrita más adelante), tiene como misión llevar a cabo investigación científica, formación de recursos humanos y vinculación con la sociedad; dirigidas a entender problemas nacionales relacionados con la educación. Por ello la unidad de TICs del IIES brinda apoyo a laboratorios especializados en temas de tecnología y con base en este contexto apoya a la docencia en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia (ENES Morelia, UNAM), que tiene como objetivo una educación innovadora y flexible, ligada a proyectos orientados a la formación multidisciplinaria, promoviendo en los estudiantes el entendimiento de las necesidades locales y regionales para la aplicación de

nuevas tecnologías en la solución de problemas reales. Además, en este proyecto se cuenta con la participación del Tecnológico Nacional de México campus Morelia (TECNM Morelia), cuya misión es formar integralmente profesionales competitivos de la ciencia, la tecnología y otras áreas del conocimiento, comprometidos con el desarrollo económico, social, cultural y con la sustentabilidad del país; así como de la Universidad Tecnológica de Morelia, cuya misión es formar profesionistas universitarios competitivos, mediante un modelo de educación superior tecnológica de calidad e innovador, con programas educativos basados en competencias. Esta propuesta toma los objetivos descritos en cada una de las misiones de las entidades referidas para proponer una mejora de la enseñanza en los planes y programas de universidades mexicanas que incluyan en su currículo materias y/o programas que ofrecen un área de profundización de la DS y la AI.

Enseñanza de la Ciencia de Datos en universidades públicas: El uso de herramientas que permiten el análisis del BgD ha permitido que las ciencias exactas tengan un papel importante para la toma de decisiones en las organizaciones, además de contribuir a la obtención de información que sirve como sustento para nuevas investigaciones. La DS, el ML y el DL son técnicas o algoritmos de aprendizaje automático de la AI que permiten modelar propuestas de solución por

medio de representaciones de datos de problemas reales y que requieren de un procesamiento computacional intensivo, lo que genera el almacenamiento de grandes cantidades de datos haciendo cada vez más complejo su manejo, por lo cual el BgD es esencial en múltiples áreas de las ciencias computacionales y de las tecnologías de la información; su importancia se reconoce en universidades que incluyen al menos un curso sobre estos temas en sus planes y programas de estudios.

Considerando la cantidad de material que debe cubrirse en un solo semestre, así como el nivel de abstracción de las ideas que se deben aprender, es entendible que el estudiante se sienta rebasado. Para empeorar las cosas, la mayoría de las y los estudiantes arrastran deficiencias en su formación matemática y perciben el material no sólo como complicado, sino ajeno a su realidad.

Las herramientas para el BgD y la DS son hoy en día temas de actualidad en el mundo del desarrollo de las aplicaciones productivas en tiempo real relacionadas con la analítica de datos.

En este sentido, se propone una mejora en la enseñanza utilizando manuales de prácticas de las tecnologías a utilizar que facilitarán el aprendizaje, lo cual se aplicará en sus trabajos en empresas o instituciones en donde se espera que se incorporen las y los estudiantes al finalizar sus estudios de licenciatura.

En la ENES Morelia existen asignaturas referidas a la DS que se incluyen a partir del 6º semestre en la currícula de la Licenciatura en Tecnologías para la Información en Ciencias (LTICs), conocidas como materias del área de profundización y que representan todo un reto para cada estudiante al intentar llevar a la práctica la teoría aprendida, además de carecer de las herramientas necesarias para su aplicación en problemas reales. Se observa la necesidad de que tanto docentes como estudiantes tengan conocimiento sobre nuevas fronteras en la AI, en específico en la aplicación de modelos matemáticos del ML para algoritmos supervisados, utilizando el lenguaje de programación Python y herramientas como: 1) Numpy, 2) Pandas, 3) PyTorch, 4) Fast.ai, 5) TensorFlow y 6) Keras, entre otros.

En el TECNM Morelia se ofrecen dos líneas generales de áreas de conocimientos (LGAC) llamadas: 1) Cómputo en la nube y 2) Seguridad en servicios e infraestructura de red. En estas se ofertan materias como la de AI, el BgD y la DS como un eje central para la investigación y el desarrollo de proyectos de investigación vinculados con el sector empresarial. Se ha observado que quienes cursan estas materias, ofertadas a partir del 7º semestre, se enfrentan a problemas de aprobación, esto aunado a la falta de personal capacitado, lo que ha provocado un rezago en la aplicación del conocimiento.

En la Universidad Tecnológica de Morelia, en sus

planes y programas de reciente creación, se ha observado un fenómeno similar, en especial en el posgrado de la Maestría en Innovación y en la carrera de Tecnología de Información y Comunicaciones, en donde se ofertan materias como la DS, AI y el BgD. Tales asignaturas son un verdadero reto para las y los estudiantes, además de la falta de personal docente capacitado.

En la Universidad de Guadalajara (UdeG), se observan planes de doctorado y maestría en donde la DS es un área de investigación y que lleva aproximadamente cuatro años ofertando materias en donde se estudian los temas del ML, del DL y del BgD. Se han observado las necesidades de capacitación de docentes en estos temas y se han realizado encuestas para conocer la importancia que tiene esta área en proyectos y en la vinculación con las empresas.

Por otro lado, las dificultades inherentes para los estudiantes al tratarse de un área fundamentada en las matemáticas y en la recolección de datos genera la necesidad de utilizar algoritmos de ML y que requieren de un nivel de abstracción alto. Estas materias se ofrecen en muchas universidades a partir del sexto semestre, las cuales son: 1) Aprendizaje automático, 2) Cómputo de alto desempeño, 3) Cómputo distribuido (Cómputo en la nube), 4) Cómputo evolutivo y algoritmos genéticos, 5) Minería de datos, 6) Modelado y simulación, 7) Redes neuronales, 8) Sistemas dinámicos, 9) Tópicos selectos de Ciencia de Datos, 10)

Análisis del BgD, 11) Recolección de la información, entre otras. Se ha observado que los índices de reprobación en estas asignaturas han sido superiores al 50% de la matrícula, principalmente en la primera ocasión en que el estudiante cursa las materias antes mencionadas.

En el presente trabajo se realiza una mejora de las habilidades prácticas de docentes y estudiantes de diferentes instituciones, en los temas de especialización mencionados anteriormente, para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Diagnóstico de las necesidades académicas de docentes y estudiantes para las materias de especialización en las áreas de DS e AI.

2. Diseño de cursos de capacitación para el personal académico y estudiantes en los temas de ML, DL y BgD, así como sus herramientas.

3. Elaboración de manuales de prácticas para los cursos de ML, DL y BgD dirigidos a docentes y alumnado para facilitar el aprendizaje.

4. Diagnóstico de las mejoras académicas de docentes y estudiantes durante la implementación de este proyecto, para las materias de especialización.

5. Divulgación de los resultados, recuperados a través del sitio Web escuelamldl.enesmorelia.unam.mx y artículos de investigación que permitan presentar la aplicación del conocimiento en casos reales (EscuelaMLDL, 2022).

El BgD es una necesidad en las organizaciones de nuestro país que ayuda a analizar grandes cantidades de información no estructurada haciendo uso de tecnologías modernas en sistemas como: bitácoras de servicios, blogs, identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores incorporados en dispositivos (maquinaria y vehículos), búsquedas en Internet (redes sociales, dispositivos móviles, GPS, etc.) y vigilancia mediante video. Se busca desarrollar estrategias constructivas y privilegiadas en la práctica del aprendizaje automático, que permitan a cada estudiante el aproximarse de forma gradual y sistemática al desarrollo progresivo de sus competencias, en específico en el ML y el DL, lo que permitirá su futura implementación en el BgD. Se proponen una serie de prácticas a desarrollar: 1) Clústeres de cómputo y almacenamiento, 2) Implementación de sistemas de archivos distribuidos (HDFS), 3) Métodos de ingesta de datos, 4) Métodos de análisis (MapReduce), 5) Herramientas de ML y 6) Herramientas de DL.

Revisión de la literatura

El uso de herramientas que permiten el análisis de grandes volúmenes de datos utilizando técnicas de ML y DL ha permitido que hoy en día las ciencias exactas tengan un papel importante para la toma de decisiones en las organizaciones. El ML es la rama de la AI que se encarga del desarrollo de técnicas, algoritmos y programas que dotan a las computadoras de la capacidad de aprender.

Una máquina aprende cada vez que cambia su estructura, programas o datos, basados en una entrada o como respuesta de información externa, de tal manera que se espera un mejor rendimiento en el futuro (Nilsson, 1996; Paulus y Hornegger, 1998).

En Hinton et al. (2006) se acuña el término "Deep Learning" (aprendizaje profundo) para explicar las nuevas arquitecturas de las redes neuronales (NN, por sus siglas en inglés) que son capaces de aprender. El DL es una clase de técnicas de ML que explota muchas capas del procesamiento no lineal para la extracción y transformación de funciones supervisadas y no supervisadas y para el análisis y la clasificación de patrones (Deng y Yu, 2014). El Siglo XXI se ha convertido en la edad de oro para la AI; esto es debido, en gran parte, a una mayor capacidad de cómputo y al uso de unidades de procesamiento gráfico (GPUs) para acelerar el entrenamiento de estos sistemas, con una ingesta de grandes cantidades de datos. Actualmente existen numerosas librerías ("frameworks") que implementan las herramientas de DL, tales como: PyTorch, Fast.ai, TensorFlow, Keras, DL4J, entre otros (Hernández, 2018).

Entre los principales usos del DL en la actualidad se encuentran, por ejemplo, el identificar marcas y logotipos de empresas en fotos publicadas en las redes sociales, monitorización en tiempo real de reacciones en canales en línea durante el lanzamiento de productos, recomendación

de anuncios y predicción de preferencias, así como identificación y seguimiento de los niveles de confianza de los clientes, entre otros. El DL ha permitido una mejor comprensión de enfermedades y terapias genéticas, el análisis de imágenes médicas (como radiografías y resonancias magnéticas) aumentando la precisión del diagnóstico en un menor tiempo y con un menor coste que los métodos tradicionales (Abadi et al., 2015; Aguirre, 2013; Areli y Barrera, 2016; Cubillos, 2014; García, 2013; Gil, 2008).

El DL conforma una subcategoría del ML. Para diferenciarlo del resto de los algoritmos de aprendizaje automático, se recurre al hecho de que las NN a gran escala (el DL) permiten que una máquina aprenda y reconozca patrones complejos por sí misma, lo cual difícilmente se logra con otros algoritmos (Loncomilla, 2016; Ramírez y Chacón, 2011).

Una NN está formada de varias capas o niveles y de un cierto número de neuronas en cada una de ellas, las cuales se constituyen en la unidad de procesamiento, cuyo modelo matemático permite tener varias entradas de datos y una salida que es la ponderación de sus entradas (Basheer y Hajmeer, 2000; Hagerty et al., 2017). Las conexiones de varias neuronas dentro de una NN constituyen una poderosa herramienta de cálculo paralelo, capaz de entregar salidas aproximadas y no definitivas. Además, las NNs se pueden estructurar de diversas maneras y se pueden entrenar con

varios tipos de algoritmos (Lévy et al., 2008; Oliva, 2018).

Por otro lado, el denominado "Internet de las cosas" (IoT) y la industria 4.0 han requerido de la introducción de maquinaria autónoma e inteligente en el sector industrial (Lasi et al., 2014). En esta industria se aplican las redes neuronales convolucionales (CNN), las cuales son un tipo de DL que se inspiran en el funcionamiento de la corteza visual del cerebro humano y se diferencian de las demás NN por el hecho de que cada una de las neuronas de las capas que la componen no reciben conexiones entrantes de todas las neuronas de la capa anterior, sino sólo de algunas de ellas y que han sido estudiadas en muchos cursos de DL (Brownlee, 2016; Vázquez, 2016). Lo anterior simplifica el aprendizaje de la red generando menores costos computacionales y de almacenamiento; en conosecuencia, hace que los modelos de aprendizaje profundo sean más precisos para las tareas en la industria y aplicados en todas sus áreas (Miller et al., 2021; Rodríguez, 2018).

Metodología

A partir de una revisión de la literatura se generaron una serie de pasos que permitieron obtener el nivel de conocimiento que tiene la población en universidades de la región, sobre los temas de ML/DL y BgD, y así poder definir ejes que apoyen el diseño de una estrategia pedagógica que

dé lugar a la propuesta de intervención educativa acorde con los cursos impartidos sobre estos temas y con la experiencia práctica. Esta investigación se caracteriza por ser un estudio de tipo: 1) exploratorio, 2) descriptivo, 3) correlacional y 4) pre-experimental, al tener estudios de caso a través de un instrumento de medición. Para ello se generó una encuesta que se aplicó a una población conformada por docentes, estudiantes, investigadoras e investigadores de universidades de la región, tales como la ENES Morelia, el TECNM Morelia, la UTM y la UdeG, entre otras. La metodología se muestra en la Figura 1, mientras que los resultados del análisis de la aplicación de esta encuesta y el seguimiento de los grupos de prueba se describen en los siguientes apartados.



Fig.1. Metodología aplicada para el diseño de la intervención.

Población de estudio

La encuesta se creó a través de la plataforma Web (Encuesta.com, 2023) y se distribuyó por correo electrónico y redes sociales a personas seleccionadas al azar afiliadas a las universidades mencionadas anteriormente.

En primer lugar, la muestra se calculó mediante el método de población finita basándose en un aproximado de 550 personas. Esta muestra tiene un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 10%, como se muestra en la Tabla 1. El enlace a la encuesta dentro de la plataforma Web se distribuyó a través del correo electrónico oficial de estudiantes y docentes. Se validó que la información en cada una de las respuestas fuera consistente y completa.

Tabla 1. Cálculo de la muestra.

Descripción	**Valor**
Tamaño de la población	550
Nivel de confianza	95%
Margen de error	10%
Tamaño de la muestra	**82**

Se procedió a la distribución de la encuesta por medio de redes sociales y correos electrónicos.

Diseño de la encuesta

En segundo lugar, se procedió a la elaboración de una encuesta de ocho preguntas, a partir de una revisión crítica

de la literatura relacionada con los temas de DS, ML, DL y BgD. Expertos en el tema validaron las preguntas propuestas y se estableció la mejor forma de evaluar la respuesta de acuerdo con los siguientes criterios: a) diferentes opciones, b) respuestas dicotómicas y c) escala Likert. La encuesta se perfeccionó dividiéndola en cuatro ejes temáticos: I) Aprendizaje Automático (ML); II) Aprendizaje Profundo (DL); III) Big Data; y IV. Herramientas; como se muestra en la Tabla 2. La escala Likert aplicada fue: a) Muy importante, b) Importante, c) Neutral, d) Menos importante, e) Nada importante y f) No sé.

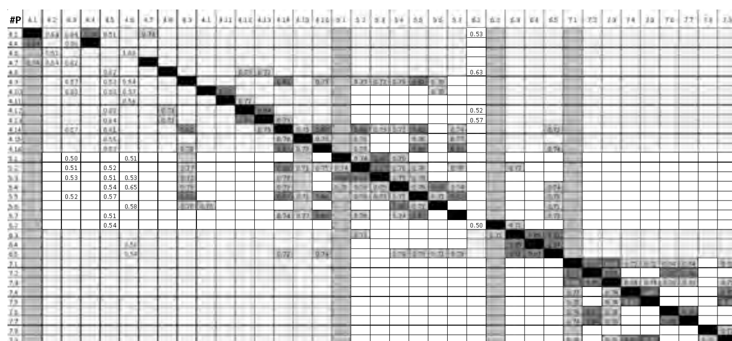
Tabla 2. Formato de la encuesta aplicada.

Pregunta	Descripción	Eje	Tipo
P1	Número de empleado o nombre completo.	-	Opciones
P2	Área de investigación en la que se desarrolla; 2.1 Ciencias, 2.2 Agroforestales, 2.3 Ciencias ambientales, 2.4 Materiales sustentables, 2.5 Ecología, 2.6 Gestión social, 2.7 Geociencias, 2.8 Geohistoria, 2.9 Informática y Tecnologías de la información, 2.10 Otras.	-	Opciones
P3	Semestre en el que estudias (1-12). No aplica para académicos e investigadores.	-	Número
P4	Considera que los siguientes temas relacionados con ML son: 4.1 Ciencia de datos, 4.2 Web Scraping, 4.3 Data Wrangling, 4.4 Machine Learning, 4.5 Data Mining, 4.6 Ensemble Learning, 4.7 Visualización de datos, 4.8 ML: supervisado/no supervisado, 4.9 Clasificación binaria y multiclase, 4.10 EDA, 4.11 Agrupación, 4.12 Modelo ML, 4.13 Evaluación ML: subajuste, sobreajuste, 4.14 Validación cruzada, 4.15 Hiperparámetros, regularización, ingeniería de características, 4.16 PCA.	I	Escala de Likert
P5	Considera que los siguientes temas relacionados con el DL son: 5.1 NN superficiales y profundas, 5.3 CNN, 5.3 RNN, 5.4 Transferencia de aprendizaje y ajuste fino, 5.5 Dropout, 5.6 Aumento de datos, 5.7 Normalización por lotes.	II	Escala de Likert
P6	Considera que los siguientes temas relacionados con Big Data son: 6.1 Concepto, 6.2 Escalado de modelos, 6.3 Análisis a gran escala, 6.4 Sistemas de archivos distribuidos, 6.5 Map-Reduce.	III	Escala de Likert
P7	Las habilidades que tiene para manejar las siguientes herramientas son: 7.1 TensorFlow, 7.2 Spark, 7.3 Keras, 7.4 Fast.ai, 7.5 PyTorch, 7.6 HDFS, 7.7 Kafka, 7.8 Python, 7.9 Scikit-Learn.	IV	Escala de Likert
P8	¿Es importante incluir algunos temas adicionales relacionados con ML, DL y Big Data, no mencionados anteriormente?	-	Abierta

Con la información obtenida de las encuestas se generaron análisis descriptivos, en donde se realizó un

estudio de confiabilidad aplicando el alfa de Cronbach, obteniendo un resultado de **0.956** y demostrando que la información es consistente.

En tercer lugar, se aplicó el estudio de correlaciones utilizando el método de la bivariada de Pearson y seleccionando sólo aquellas correlaciones obtenidas en los niveles alto y muy alto [0.7-0.93], como se muestra en la Figura 2.



Resultados

De acuerdo con el análisis de correlaciones, se identificaron áreas de oportunidad según el porcentaje de importancia por pregunta que respondieron los encuestados. En las Figuras 3-1 y 3-2 se muestra esta importancia.

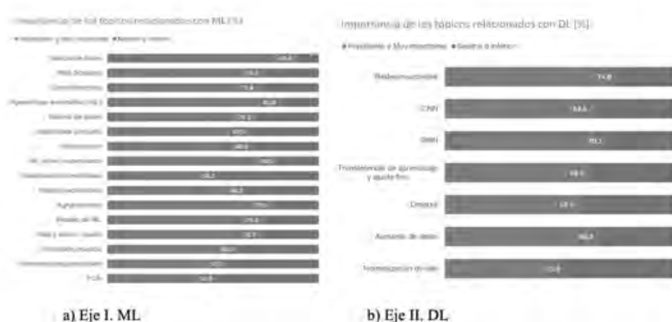


Fig. 3-1. Importancia en los ejes; a) ML y b) DL.
Nota. En la Tabla 1, se muestran las preguntas por eje.



Fig. 3-2. Importancia en los ejes; c) Big Data y d) Herramientas.
Nota. En la Tabla 1, se muestran las preguntas por eje.

De acuerdo con esta encuesta, se observó cierto desconocimiento de los participantes en algunos temas. En la figura anterior los temas más desconocidos corresponden al agrupamiento de las categorías en la escala de Likert

siguientes: neutral, menos importante, nada importante y no sé (en color rojo). Los temas con mayor conocimiento corresponden al agrupamiento de las categorías en la escala de Likert siguientes: muy importante e importante (en color azul). Cabe señalar que la Figura 3-2 inciso d) parece indicar que los temas del Eje IV son de importancia relativamente baja para los encuestados pero, en realidad, esto se ve influenciado por el mayor desconocimiento de los mismos.

Con base en el análisis de los resultados anteriores, además de considerar la literatura reciente consultada y sumando nuestra experiencia al impartir cursos sobre estos temas a nivel de pregrado y dirigidos a docentes en las áreas afines a éstas, se propone mejorar el aprendizaje con capacitación práctica, a fin de fortalecer aquellos temas con mayor desconocimiento (ver Figuras 3-1 y 3-2). Este conocimiento práctico se muestra en las Tablas 3 y 4, como una serie de proyectos que recomendamos para aprovechar las áreas de oportunidad detectadas. Se observó que los encuestados prefieren una intervención orientada a esta aplicación práctica.

Tabla 3. Prácticas de ML y Big Data.

Práctica	Nombre	Conjunto de datos	Métrica de evaluación	Descripción
1	Clasificación utilizando árboles de decisión	Pasajeros del Titanic, (Kaggle-1, 2021).	Precisión o métrica F-beta	Construir un árbol de decisión para el análisis de supervivencia de los pasajeros del Titanic, (Clasificación).
2	Predicción del costo de las Casas	Casas en California (Kaggle-2, 2021).	RMSE o MAE	Construir un modelo de predicción de costos inmobiliarios, (Regresión lineal/Regresión logística).
3	K-Nearest Neighbors	Pozos de agua en México (RePDA, 2021).	Precisión o métrica F-beta	Construir un modelo de predicción de usos de pozos de agua, (Supervisado).
4	K-Means	En línea, minoristas K-means y agrupación jerárquica, (Kaggle-3, 2021).	No aplica	Diseñar un modelo para clasificar las transacciones de los clientes de un banco (Sin supervisión).
5	Uso e instalación de DASK (dask.org, 2021)	No Aplica	No aplica	Mostrar la instalación de Dask y cómo se utiliza para la manipulación de Big Data.
6	Uso e instalación de archivos distribuidos (HDFS, 2021)	No Aplica	No aplica	Explicar cómo se realiza la instalación de HDFS y su uso básico.
7	Análisis de variables ambientales	Datos atmosféricos. (RUOA-UNAM, 2021).	RMSE o MAE	Analizar los datos climáticos de la RUOA para predecir el tiempo en un horizonte diario (Regresión lineal).
9	Predicción del costo de autos	100,000 autos usados en UK (Kaggle-4, 2021).	RMSE o MAE	Analizar datos de automóviles para estimar precios (Regresión múltiple).
10	Casos especiales	Información de datos públicos	Varias	Analizar datos para aplicar la mejor estrategia para resolver un problema.

Tabla 4. Prácticas de DL y Big Data.

Práctica	Nombre	Conjunto de datos	Métrica de evaluación	Descripción
1	Clasificación binaria con CNN	800 imágenes de mosquitos, UNAM (Webmosquito, 2021)	Precisión	Detección de mosquitos de las especies *Aedes Albopictus* y *Aedes Aegypti* (Visualización).
2	Clasificación binaria con CNN	Covid-19 Pneumonia Screening (Kaggle-5, 2021).	Precisión y matriz de confusión.	Análisis de la tomografía radiológica para identificación de pulmones afectados por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19).
3	CNN y aumento de datos	Clasificación de barcos (Kaggle-6, 2021).	Precisión y matriz de confusión.	Clasificación de 6,252 imágenes de barcos (5 categorías).
4	RNN	Detección del sarcasmo (Kaggle-7, 2021).	Precisión	Identificar títulos de noticias que sean sarcásticos o satíricos (NLP).
5	Instalación y uso de Keras sobre DASK	No Aplica	No aplica	Instalación y uso de Keras sobre DASK
6	Transfer Learning	Imágenes de deporte (Kaggle-8, 2021).	Precisión y exactitud	Clasificación de imágenes de deportes.

Conclusiones

A partir de la experiencia en la docencia y de las prácticas aplicadas a estudiantes y profesores de las universidades participantes, se obtuvieron resultados de la intervención educativa. Para este fin se dividieron los cursos

en dos grupos heterogéneos y se le aplicaron las prácticas propuestas, también se ofrecieron dos cursos de acuerdo al diplomado que se describe a continuación (EscuelaMLDL, 2022):

MÓDULO I. Aprendizaje Automático (ML). "Teoría y Práctica para la Mejora de la Enseñanza del ML Aplicado a la Ciencia de Datos". Temas: 1. Inteligencia Artificial y Aprendizaje automático, 2. Fases de un proyecto de ML, 3. Métodos de regresión, 4. Métodos de clasificación, 5. Métodos de predicción, 6. Aprendizaje supervisado, 7. Aprendizaje no supervisado, 8. Métricas. Estas se muestran en la Tabla 3 anterior.

MÓDULO II. Aprendizaje profundo (DL). "Teoría y Práctica para la Mejora de la Enseñanza del DL aplicada a la Ciencia de Datos". Temas: 1. Inteligencia Artificial y Aprendizaje profundo (DL), 2. Fases de un proyecto DL, 3. Redes neuronales convolucionales (CNN), 4. Transferencia de aprendizaje, 5. Redes neuronales recurrentes (RNN), 6. Visualización y tratamiento del procesamiento del lenguaje natural (PNL). Estas se muestran en la Tabla 4.

Las herramientas utilizadas en el diplomado fueron: Python, Numpy, Scikit-Learn, Matplotlib, Seaborn, PyTorch, TensorFlow, Keras, HDFS, Dask, entre otras.

Al finalizar el primer curso donde se realizó la intervención de ML, se observó que el 50% de los asistentes, de un total de 40, tenían diversos problemas para

resolver prácticas con temas estadísticos y matemáticos. Estos problemas se muestran como porcentajes de prácticas resueltas en la Figura 4. Con estas cifras, los resultados esperados (según nuestra experiencia en cursos anteriores) son comparados con los resultados reales, con las prácticas resueltas y entregadas por las y los asistentes al diplomado. Además, la figura muestra la eficiencia de la enseñanza de acuerdo con la fórmula (1):

%eficiencia = 100 * (prácticas resueltas - prácticas esperadas) / prácticas esperadas (1)

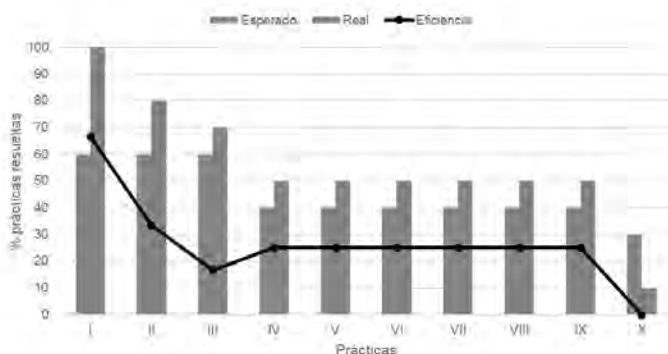
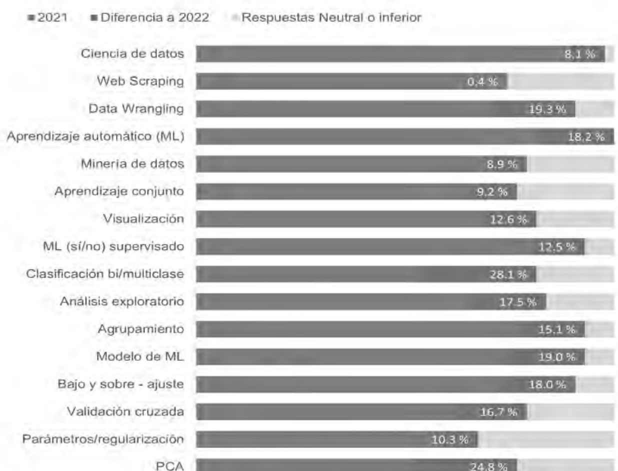


Fig. 4. Eficiencia de la enseñanza durante la intervención del Módulo I.

De acuerdo con esto observamos que los estudiantes dejaron de trabajar en las prácticas más complejas de ML. Los motivos fueron el aumento de las tareas de análisis de datos, además de tener que aplicar teoría estadística

y matemática utilizando el lenguaje de programación (Python). La solución a estos problemas consiste en dar mayor prioridad a la práctica con datos reales que a la teoría abstracta, la mejora de la enseñanza puede observarse en la Figura 5, incisos a), b) y c).



a) Mejora en el aprendizaje del ML

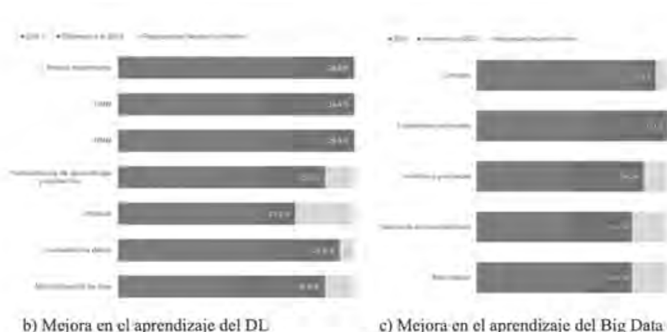


Fig. 5. Mejora del aprendizaje en los temas: a) ML, b) DL y c) Big Data.

En la aplicación de los Módulos II y III, de acuerdo a nuestra experiencia de los cursos impartidos, se esperaba al menos un 40% de aprobación. Se observó una clara mejora en los temas de DL y Big Data tratados, especialmente en algunos de los temas complejos como NN, CNN y las métricas de evaluación de modelos, en los cuales se observó que fueron aprendidos de manera significativa. Sin embargo, en algunos temas como las RNN la entrega de prácticas fue muy baja, lo que demuestra una oportunidad de mejora en futuros cursos. En la Figura 6 se muestran los porcentajes mencionados (esperado y real).

En trabajos similares revisados en la literatura, la enseñanza del ML y DL se utiliza únicamente como un medio para abordar la educación de otros temas o casos reales, de hecho, con un enfoque en la AI. Pero no se realizan mejoras en la enseñanza en sí, ni se incluyen experiencias sobre

cómo mejorarla. La propuesta de prácticas desarrollada en el presente documento permite establecer un currículum más completo y amplio, en cuanto a que incluye no sólo el ML sino también el DL, el Big Data y las herramientas informáticas asociadas a la Ciencia de Datos.

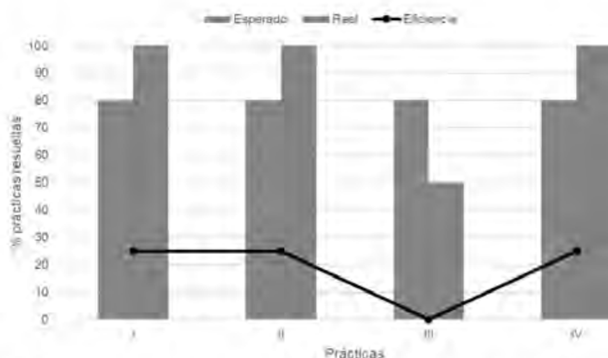


Fig. 6. Eficiencia de la enseñanza durante la intervención de los Módulos II y III.

La propuesta presentada aún se encuentra en desarrollo y mejora, se observa que algunos de los temas tratados, a pesar de la intervención, aún presentan una dificultad muy amplia para las y los estudiantes (descenso de gradiente y RNN, entre otros). Un área de mejora detectada, con respecto a la ejecución del proyecto, consiste en la importancia de incluir como apoyo plataformas digitales de aprendizaje, así como otras herramientas que pueden ayudar a facilitar la comprensión de la Ciencia de Datos, tales como las plataformas de aprendizaje colaborativo en la nube.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), al cuerpo académico TRATEC - PRODEP de la Universidad Tecnológica de Morelia (UTM), al TecNM campus Morelia, a la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES Morelia) de la UNAM Campus Morelia, y a la DGAPA UNAM por su apoyo con los proyectos PAPIME PE106021 y PE103124. Especialmente agradecemos a la MGTI. Atzimba G. López M., al MTI. Pablo García C. y al Ing. Javier Huerta S., por su apoyo en cuanto a soporte técnico, comentarios y análisis de los cálculos estadísticos. Agradecemos también a la Lic. Mariana Michell Flores M. y al Pas. Bruce H. Ginori R. por su apoyo en el desarrollo de las prácticas.

Fuentes de información:

Abadi, M., Agarwal, A., Barham, P., Brevdo, E., Chen, Z., Citro, C. (2015). tensorflow.org. Recuperado de http://download.tensorflow.org/paper/whitepaper2015.pdf

Aguirre Dobernack, N. (2013). Implementación de un sistema de detección de señales de tráfico mediante visión artificial basado en FPGA. Recuperado de https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/12112/fichero/Documento_completo%252FProyecto+Fin+de+Carrera-Nicolás+Aguirre+Dobernack.pdf

Areli, J., & Barrera, T. (2016). Redes Neuronales. Recuperado de

http://www.cucei.udg.mx/sites/default/files/pdf/toral_barrera_jamie_areli.pdf

Basheer, I. y Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application, Journal of Microbiological Methods, Volume 43, Issue 1, pp. 3-31, ISSN 0167-7012

Brownlee, J. (2016). Machine Learning Mastery. Recuperado de https://machinelearningmastery.com/introduction-python-deep-learning-library-tensorflow/

Cubillos Figueroa, C. (2014). Algoritmos de procesamiento de imagen aplicados a la detección de figuras geométricas y sus propiedades espaciales. Recuperado de http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4500/UCE4968_01.pdf

dask.org (2021). Scale PyData libraries. Recuperado de: https://dask.org

Deng, L., Yu, D. (2014). Deep Learning: Methods and Applications, Foundations and Trends in Signal Processing: vol. 7, pp. 197-387.

Encuesta.com (2023). Encuesta de diagnóstico para el Diplomado de ML. DL, Big Data, 2023. En línea: https://encuesta.com/survey/xQl46hml82/

EscuelaMLDL (2022). Página del Diplomado de ML, DL y Big Data. Recuperado de: http://www.escuelamldl.enesmorelia.unam.mx/

García, P. P. (2013). Reconocimiento de imágenes utilizando redes neuronales artificiales. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de https://eprints.ucm.es/23444/1/

ProyectoFinMasterPedroPablo.pdf

Gil Rodríguez, J. L. (2008). Reconocimiento de Patrones. Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada. Recuperado de: http://www.cenatav.co.cu/doc/RTecnicos/RT%20SerieAzul_004web.pdf

Hagerty, J., Stanley R., Stoecker W. (2017). Medical Image Processing in the Age of Deep Learning.

Proceedings of the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and

Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP), pp. 306-311.

Hernández Ávila, R. (2018). Deep Learning una revisión. Research Gate. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/323858502_Deep_Learning_Una_revision

HDFS (2021). HADOOP Homepage. Recuperado de: https://hadoop.apache.org/

Hinton Geoffrey E., Osindero Simon, Teh Yee-Whye (2006). A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets. Neural Computing 2006; 18 (7): 1527–1554. doi: https://doi.org/10.1162/neco.2006.18.7.1527

Kaggle-1 (2021). Titanic Dataset. Recuperado de: https://www.kaggle.com/c/titanic/data

Kaggle-2 (2021). California Housing Prices Dataset. Recuperado de: https://www.kaggle.com/camnugent/california-housing-prices

Kaggle-3 (2021). Online Retail k-Means Hierarchical Clustering Dataset. Recuperado de: https://www.kaggle.com/hellbuoy/

online-retail-k-means-hierarchicalclustering/

Kaggle-4 (2021). Used Car Dataset, Ford and Mercedes. Recuperado de: https://www.kaggle.com/adityadesai13/used-car-dataset-ford-andmercedes.

Kaggle-5 (2021). COVID-19 X-Ray Dataset, traintest. Recuperado de: https://www.kaggle.com/khoongweihao/covid19-xray-dataset-traintest

Kaggle-6 (2021) Game of Deep Learning Ship, Dataset. Recuperado de: https://www.kaggle.com/arpitjain007/game-of-deep-learning-shipdatasets.

Kaggle-7 (2021). News Headlines Dataset for Sarcasm Ddetection. Recuperado de: https://www.kaggle.com/rmisra/news-headlines-dataset-for-sarcasmdetection

Kaggle-8 (2021). Sports Classification Dataset. Recuperado de: https://www.kaggle.com/gpiosenka/sports-classification

Lasi H., Fettke P., Feld T., Hoffmann M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering: Vol. 6: Iss. 4, 239-242. Recuperado de https://aisel.aisnet.org/bise/vol6/iss4/5

Lévy J., Flórez R. y Rodríguez J. (2008). Las redes neuronales artificiales. Netbiblo: Tirant lo Blanch. 1a. Edición.

Loncomilla, P. (2016). Deep Learning: Redes convolucionales. INAOEP. Recuperado de https://ccc.inaoep.mx/~pgomez/deep/presentations/2016Loncomilla.pdf

Miller E., Ceballos H., Engelmann B., Schiffler A., Batres R., Schmitt J. (2021). Industry 4.0 and International Collaborative. Online Learning in a Higher Education Course on Machine Learning,

Machine Learning-Driven Digital Technologies for Educational Innovation Workshop, pp. 1-8.

Nilsson, N. J. (1996). Introduction to Machine Learning. Not published, Stanford, CA.

Oliva Rodríguez, A. (2018). Desarrollo de una aplicación de reconocimiento en imágenes utilizando Deep Learning con OpenCV. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/107243/OLIVA%20-%20Desarrollo%20de%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de%20reconocimiento%20en%20im%C3%A1genes%20utilizando%20Deep%20Learning%20con%20O....pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paulus, D., Hornegger, J. (1998). Reconocimiento de patrones. Wikiwand. Recuperado de Applied Pattern Recognition: https://www.wikiwand.com/es/Reconocimiento_de_patrones

Ramírez Q, J. y Chacón M, M. (2011). Redes neuronales artificiales para el procesamiento. RIEE & C, Revista de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, 7-16.

RePDA (2021). Consulta a la base de datos del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). CONAGUA. Recuperado de: https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx

Rodríguez Araújo, J. (2018). Planeta Chatbot. Recuperado de https://planetachatbot.com/c%C3%B3mo-empezar-con-reconocimiento-de-imagen-y-redes-neuronales-convolucionales-en-5-minutos-7f651054dfd7

RUOA-UNAM (2021). Red Universitaria de Observatorios

Atmosféricos. Recuperado de: https://www.ruoa.unam.mx/index.php?page=estaciones, last

Vázquez Rull, M. (2016). Reconocimiento de objetos usando Deep Learning Bibing.us.es. Recuperado de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91070/fichero/Marina+Vazquez+Rull+-+Reconocimiento+de+Objetos+usando+Deep+Learning+TFG.pdf

Webmosquito (2021). Detección de mosquitos transmisores del dengue. Recuperado de: http://basurae.iies.unam.mx/webmosquito/html/

Educación 5.0 Desentrañando Paradigmas con la Inteligencia Artificial como Aliada

Educación 5.0 Desentrañando Paradigmas con la Inteligencia Artificial como Aliada.

Luis Rodrigo Valencia Pérez & Adelina Morita Alexander

Educación 5.0 Desentrañando Paradigmas con la Inteligencia Artificial como Aliada

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez, Dra. Adelina Morita Alexander

Introducción:

En el dinámico escenario educativo del siglo XXI, la Educación 5.0 emerge como un paradigma revolucionario que fusiona tecnología e innovación para transformar la forma en que aprendemos y enseñamos. Con la inteligencia artificial como aliada, se abren las puertas a nuevas posibilidades y enfoques que redefinen por completo el proceso educativo. Desde la personalización del aprendizaje hasta la colaboración humano-artificial en el aula, este artículo explora las perspectivas futuras, tendencias emergentes y desafíos éticos que acompañan a esta evolución educativa. ¡Acompáñanos en este viaje hacia el futuro de la educación!

1. La Educación 5.0

La evolución de los paradigmas educativos ha sido una constante a lo largo de la historia, marcando transformaciones significativas en la forma en que se concibe y se imparte la educación. Desde los métodos tradicionales centrados en la transmisión de conocimientos hasta enfoques más participativos y centrados en el estudiante,

cada paradigma ha respondido a las necesidades y desafíos de su tiempo (ver Figura 1). En este contexto, la Educación 5.0 emerge en el siglo XXI como la convergencia evolutiva entre tecnología e innovación educativa, redefiniendo la manera en que se aprende y se enseña.



Figura 1. *Paradigmas Educativos*

Ref.: Varios elementos web (2024)

Definición y Evolución de los Paradigmas Educativos

La historia de la educación ha experimentado distintos paradigmas que reflejan cambios en la concepción pedagógica y enfoques metodológicos. Desde el Paradigma Conductista, basado en la transmisión unilateral de conocimientos por parte del docente, hasta el Paradigma Constructivista, que enfatiza la participación en la construcción del conocimiento por parte del estudiante,

cada etapa ha buscado mejorar la eficacia y relevancia del proceso educativo.

Con la llegada del Paradigma Digital, la tecnología empezó a desempeñar un papel crucial, introduciendo herramientas digitales en las aulas y facilitando el acceso a información globalizada. La Educación 4.0 representó un paso adicional, integrando tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA), el aprendizaje automático y la realidad virtual en el entorno educativo.

La evolución de los paradigmas educativos ha sido fundamental para comprender el desarrollo y transformación de los sistemas de enseñanza a lo largo de la historia. La Educación 5.0, como paradigma contemporáneo, integra elementos de diversos enfoques pedagógicos para crear un entorno educativo centrado en la tecnología y la innovación. A continuación, se detallan brevemente los paradigmas educativos más relevantes y su relación con la Educación 5.0.

- ***Paradigma Conductista***

  El paradigma conductista se fundamenta en la teoría del condicionamiento, donde el aprendizaje es visto como una respuesta a estímulos externos. A través de la repetición y el refuerzo positivo o negativo, se busca modificar el comportamiento del estudiante (Skinner, 1958). En la Educación 5.0, este enfoque se fusiona con tecnologías

de aprendizaje adaptativo que personalizan la experiencia del estudiante, ajustando el contenido y la retroalimentación de acuerdo con el progreso individual.

- ***Paradigma Humanista***

El enfoque humanista pone énfasis en el desarrollo integral del individuo, considerando aspectos emocionales y sociales (Maslow, 1954). La Educación 5.0 abraza esta perspectiva al incorporar la inteligencia emocional y la atención a las habilidades socioemocionales. Plataformas educativas interactivas y entornos de aprendizaje en línea fomentan la colaboración y el desarrollo personal, integrando la dimensión humana en la educación.

- ***Paradigma Cognitivo***

El paradigma cognitivo se centra en los procesos mentales y en cómo los individuos adquieren, almacenan y utilizan la información (Piaget, 1952). En la Educación 5.0 las tecnologías de aprendizaje automático y análisis de datos educativos optimizan la adaptación del contenido, considerando los estilos de aprendizaje y ritmos individuales. La gamificación y la realidad virtual se utilizan para estimular la cognición y la resolución de problemas.

- ***Paradigma Socio-Cultural***

  Este paradigma destaca la importancia del entorno social y cultural en el aprendizaje (Vygotsky, 1978). La Educación 5.0 incorpora la colaboración en línea, comunidades virtuales de aprendizaje y proyectos colaborativos a nivel global. La conectividad digital permite a los estudiantes interactuar con diversas culturas y perspectivas, enriqueciendo su comprensión del mundo.
- ***Paradigma Constructivist***

  El enfoque constructivista sostiene que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno (Piaget, 1952). La Educación 5.0 fomenta la participación activa del estudiante mediante entornos virtuales de aprendizaje, simulaciones interactivas y proyectos de investigación. Las plataformas de aprendizaje adaptativo promueven la construcción personalizada del conocimiento.

La Educación 5.0: Convergencia de Paradigmas para el Futuro Educativo

Como se aprecia en la Figura 2, la Educación 5.0 representa un paradigma educativo emergente que integra de manera sinérgica los principios fundamentales

de los paradigmas conductista, humanista, cognitivo, sociocultural y constructivista. Este enfoque evolutivo se sitúa en la intersección de la tecnología y la innovación educativa, buscando transformar radicalmente la forma en que se concibe y se lleva a cabo el proceso de enseñanza. A continuación, se detalla cómo la Educación 5.0 incorpora elementos de cada paradigma mencionado anteriormente.

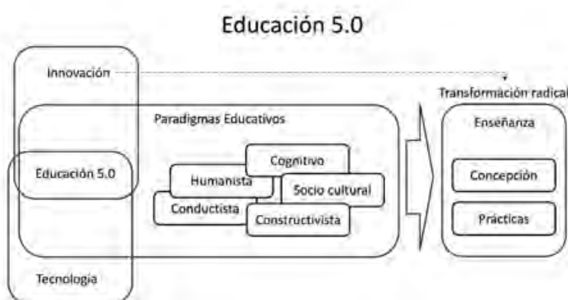


Figura 2. *Paradigma de la educación 5.0*

Ref.: Elaboración propia (2024)

- ***Conductismo en la Educación 5.0***

  La Educación 5.0 retoma del conductismo la idea de personalización del aprendizaje a través de tecnologías adaptativas. Los sistemas de aprendizaje automático se utilizan para analizar el desempeño del estudiante y ofrecer contenidos específicos y retroalimentación personalizada en tiempo real. La adaptabilidad del entorno educativo refleja la influencia conductista en la atención a la individualidad del estudiante (Skinner, 1958).

- ***Humanismo en la Educación 5.0***

  El humanismo en la Educación 5.0 se manifiesta en el énfasis en el desarrollo integral del individuo. La inteligencia emocional y las habilidades socioemocionales se integran en el currículo, y las plataformas digitales buscan crear entornos de aprendizaje interactivos y personalizados que tengan en cuenta las necesidades emocionales y personales de cada estudiante (Maslow, 1954).

- ***Cognitivismo en la Educación 5.0***

  La Educación 5.0 adopta los principios cognitivistas al utilizar tecnologías avanzadas para optimizar la adaptación del contenido a los estilos de aprendizaje individuales. A través del aprendizaje automático y el análisis de datos educativos, se personaliza la entrega de información para estimular procesos mentales más efectivos, aprovechando la capacidad de la tecnología para ajustarse a las necesidades específicas de cada estudiante (Piaget, 1952).

- ***Socio-Culturalismo en la Educación 5.0***

  El paradigma sociocultural se refleja en la Educación 5.0 mediante la integración de herramientas digitales que fomentan la colaboración y la interacción social. Las comunidades virtuales de aprendizaje, la conexión global y los proyectos

colaborativos en línea permiten a los estudiantes interactuar con diversas culturas y perspectivas, enriqueciendo su comprensión del entorno global (Vygotsky, 1978).

- ***Constructivismo en la Educación 5.0***

El constructivismo, que destaca la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante, es central en la Educación 5.0. Los entornos virtuales de aprendizaje, las simulaciones interactivas y las plataformas de aprendizaje adaptativo fomentan la participación y la construcción personalizada del conocimiento, apoyando el desarrollo de habilidades críticas y el pensamiento independiente (Piaget, 1952).

Contextualización de la Educación 5.0 como la Convergencia entre Tecnología e Innovación Educativa

La Educación 5.0 surge como una respuesta a la necesidad de preparar a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos de una sociedad cada vez más compleja y tecnológica. Este paradigma va más allá de la mera incorporación de tecnologías avanzadas; implica una transformación profunda en la cultura educativa, donde la tecnología y la innovación se entrelazan para crear experiencias de aprendizaje más significativas y personalizadas.

En el contexto de la Educación 5.0, la tecnología no solo actúa como una herramienta facilitadora, sino como un habilitador de nuevas formas de aprender y enseñar. La inteligencia artificial, la analítica de datos educativos, la realidad aumentada y la colaboración en línea se integran para crear entornos de aprendizaje dinámicos y adaptativos. Los educadores se convierten en facilitadores del conocimiento, guiando a los estudiantes en la adquisición de habilidades blandas como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración.

La Educación 5.0 busca preparar a los estudiantes no solo con conocimientos, sino con habilidades transferibles y competencias para enfrentar un futuro incierto. La personalización del aprendizaje, la adaptabilidad curricular y la interconexión global se convierten en elementos clave para potenciar el desarrollo integral de cada individuo. (Pérez, 2020)

2. Fundamentos de la Inteligencia Artificial en la Educación

La Educación 5.0, caracterizada por la personalización, la ubicuidad y la flexibilidad del aprendizaje, encuentra en la Inteligencia Artificial un aliado invaluable para transformar las prácticas educativas tradicionales. La IA ofrece un conjunto de herramientas y soluciones tecnológicas que permiten adaptar la enseñanza

a las necesidades y expectativas individuales de cada estudiante, potenciar su autonomía, así como promover un aprendizaje más profundo y significativo.

Conceptos Claves de la IA en la Enseñanza

Aprendizaje Automático: Los sistemas de aprendizaje automático analizan grandes conjuntos de datos para identificar patrones y tendencias. Esta información se utiliza para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante, adaptando el contenido, la dificultad y el ritmo de las actividades a sus necesidades específicas.

Procesamiento del Lenguaje Natural: Esta tecnología permite a los sistemas de IA comprender y procesar el lenguaje humano. Se utiliza para crear chatbots que pueden interactuar con los estudiantes, responder a sus preguntas y brindarles apoyo en su aprendizaje.

Realidad Aumentada y Virtual: La realidad aumentada y virtual (AR/VR) ofrece experiencias inmersivas que permiten a los estudiantes interactuar con el contenido educativo de una manera más atractiva y memorable.

Tutoría Inteligente: Los sistemas de tutoría inteligente pueden evaluar el progreso de los estudiantes, identificar sus dificultades y brindarles retroalimentación personalizada en tiempo real.

Casos de Éxito en la Transformación Educativa

DreamBox Learning: Esta plataforma de aprendizaje adaptativo utiliza el aprendizaje automático

para personalizar las lecciones de matemáticas para cada estudiante. Los resultados han demostrado un aumento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizan DreamBox Learning (Kearney, 2019).

Carnegie Learning: Esta plataforma de aprendizaje en línea utiliza la tutoría inteligente para ayudar a los estudiantes a aprender matemáticas y ciencias. Los resultados han demostrado que los estudiantes que utilizan Carnegie Learning obtienen mejores resultados en las pruebas estandarizadas que aquellos que no lo utilizan (Carnegie Learning, 2023).

La IA tiene un enorme potencial para transformar la educación, haciendo que sea más personalizada, efectiva y accesible para todos. Los casos de éxito mencionados son solo una pequeña muestra de las posibilidades que ofrece la IA en la educación. A medida que la tecnología continúa evolucionando, se prevé que surjan aún más aplicaciones innovadoras de la IA en el ámbito educativo.

3. Adaptación Curricular Personalizada

La Educación 5.0 ha identificado en la Inteligencia Artificial (IA) un alto potencial para adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante. La IA facilita la **adaptación curricular personalizada**, un proceso que ajusta los contenidos, las actividades y la evaluación a las características y ritmos de aprendizaje de cada alumno.

¿Qué es la Adaptación Curricular Personalizada?

Es un proceso continuo que busca ajustar el currículo a las necesidades, intereses y estilos de aprendizaje de cada estudiante. Se basa en la premisa de que cada alumno aprende de forma diferente y a su propio ritmo. La adaptación curricular personalizada tiene como objetivo:

Maximizar el potencial de aprendizaje de cada estudiante.

Promover la inclusión y la equidad en el aula.

Motivar a los estudiantes y aumentar su engagement en el aprendizaje.

¿Cómo la IA facilita la Adaptación Curricular Personalizada?

La IA ofrece un conjunto de herramientas y soluciones tecnológicas que permiten:

Analizar grandes cantidades de datos sobre los estudiantes (resultados académicos, estilos de aprendizaje, intereses, etc.).

Identificar las necesidades y características de cada alumno.

Crear planes de aprendizaje personalizados que se ajusten a las características individuales de cada estudiante.

Recomendar recursos educativos y actividades que sean relevantes para cada alumno.

Proporcionar retroalimentación personalizada a los estudiantes sobre su progreso.

Plataformas y Herramientas de IA para la Personalización Curricular

Existen diversas plataformas y herramientas de IA que pueden ser utilizadas para la adaptación curricular personalizada. Algunas de las más populares son:

DreamBox Learning: Plataforma de aprendizaje adaptativo para matemáticas.

Carnegie Learning: Plataforma de aprendizaje en línea para matemáticas y ciencias.

Khan Academy: Plataforma de aprendizaje gratuita con una amplia variedad de cursos y recursos educativos.

Google Classroom: Plataforma educativa que permite a los profesores crear aulas virtuales y compartir recursos con sus alumnos.

Nearpod: Herramienta que permite a los profesores crear lecciones interactivas con diferentes tipos de contenido multimedia.

Evaluación de las Plataformas y Herramientas de IA

Al elegir una plataforma o herramienta de IA para la personalización curricular, es importante considerar los siguientes aspectos:

Las necesidades específicas de los estudiantes.

Las características de la plataforma o herramienta.

El costo de la plataforma o herramienta.

La facilidad de uso de la plataforma o herramienta.

La IA tiene un enorme potencial para transformar la educación, haciendo que sea más personalizada, efectiva y accesible para todos. La adaptación curricular personalizada es una de las áreas donde la IA puede tener un mayor impacto. Las plataformas y herramientas de IA que se están desarrollando actualmente ofrecen una gran variedad de posibilidades para adaptar el currículo a las necesidades individuales de cada estudiante.

4. Evaluación Innovadora con Inteligencia Artificial

La Educación 5.0 tiene la factibilidad de transformar las prácticas de evaluación tradicionales con Inteligencia Artificial, debido a que la IA ofrece un conjunto de herramientas y soluciones tecnológicas que permiten realizar evaluaciones más **automatizadas, personalizadas, equitativas y objetivas** (García, 2022).

Métodos de Evaluación Automatizada y Personalizada

La IA permite automatizar tareas como la calificación de exámenes, la detección de plagio y la elaboración de informes personalizados sobre el progreso de los estudiantes. Esto libera tiempo a los profesores para que puedan dedicarse a tareas más creativas y personalizadas,

como la planificación de actividades de aprendizaje y la atención individualizada a los alumnos (Hernández, 2021).

Equidad y Objetividad en la Evaluación gracias a la IA

La IA puede ayudar a reducir los sesgos en la evaluación, ya que los sistemas de IA no están sujetos a los mismos prejuicios que los humanos. Además, la IA puede usarse para crear evaluaciones más adaptables a las necesidades de cada estudiante, lo que puede contribuir a una mayor equidad en el proceso educativo.

Ejemplos de Aplicaciones de la IA en la Evaluación

Sistemas de calificación automática: Estos sistemas pueden calificar exámenes de opción múltiple, de respuesta corta y de ensayo con un alto grado de precisión.

Detección de plagio: Los sistemas de IA pueden detectar plagio en trabajos escritos comparándolos con una gran base de datos de textos.

Chatbots para la evaluación oral: Los chatbots pueden usarse para evaluar la capacidad de los estudiantes para hablar en público y comunicarse de forma efectiva.

Realidad virtual para la evaluación de habilidades: La realidad virtual puede usarse para evaluar las habilidades de los estudiantes en un entorno seguro y controlado (López, 2023).

Debate sobre la Implementación de la Evaluación

con IA

Si bien la IA ofrece un gran potencial para mejorar la evaluación educativa, existen algunos desafíos que deben ser considerados:

Acceso a la tecnología: No todos los estudiantes tienen acceso a la tecnología necesaria para realizar evaluaciones con IA.

Sesgos en los algoritmos: Es importante garantizar que los algoritmos de IA no contengan sesgos que puedan discriminar a ciertos grupos de estudiantes.

Privacidad de los datos: Es importante proteger la privacidad de los datos de los estudiantes que se utilizan para la evaluación con IA.

La IA tiene un enorme potencial para transformar la evaluación educativa, haciéndola más automatizada, personalizada, equitativa y objetiva. Sin embargo, es importante abordar los desafíos que presenta la implementación de la evaluación con IA para garantizar que se utiliza de manera responsable y ética.

5. Colaboración Humano-Artificial en el Aula

La Educación 5.0, en la diversidad de características de la IA ha identificado la posibilidad de crear un nuevo paradigma educativo donde la colaboración humano-artificial juega un papel fundamental.

Modelos de Colaboración entre Profesores y

Sistemas Inteligentes

Tutoría Inteligente: Los sistemas de IA pueden actuar como tutores personalizados, adaptando su apoyo a las necesidades de cada estudiante.

Diseño de Aprendizaje Personalizado: La IA puede analizar datos para crear planes de aprendizaje personalizados para cada estudiante.

Evaluación Automatizada: La IA puede calificar exámenes, detectar plagio y proporcionar retroalimentación a los estudiantes.

Automatización de Tareas: La IA puede automatizar tareas administrativas, liberando tiempo para que los profesores se concentren en la enseñanza.

Interacción Efectiva en el Aula: La IA puede usarse para crear experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas (Gómez, 2022).

Ejemplos de cómo la IA puede potenciar las habilidades docentes

Planificación de Clases: La IA puede ayudar a los profesores a encontrar recursos educativos relevantes, planificar lecciones personalizadas y crear evaluaciones efectivas.

Atención Individualizada: La IA puede ayudar a los profesores a identificar las necesidades de cada estudiante y proporcionarles el apoyo que necesitan.

Retroalimentación Personalizada: La IA

puede proporcionar a los estudiantes retroalimentación personalizada sobre su progreso.

Desarrollo Profesional: La IA puede ayudar a los profesores a mantenerse actualizados sobre las últimas investigaciones en educación y a mejorar sus prácticas docentes.

La colaboración humano-artificial en el aula tiene el potencial de transformar la educación, haciéndola más personalizada, efectiva y atractiva. La IA no reemplaza a los profesores, sino que los complementa y les permite potenciar sus habilidades para crear un mejor aprendizaje para todos (Martínez, 2023).

6. Desafíos Éticos y Sociales

A partir de la alianza de la educación 5.0 con la IA, han surgido nuevas opciones para transformar las prácticas educativas tradicionales. Sin embargo, la implementación de la IA en la educación también presenta una serie de desafíos ético-sociales que deben ser considerados.

Dilemas Ético-Sociales con la Implementación de la IA en la Educación

Sesgo y discriminación: Los algoritmos de IA pueden contener sesgos que discriminan a ciertos grupos de estudiantes.

Equidad y acceso: La IA podría exacerbar las desigualdades educativas existentes, ya que no todos los

estudiantes tienen acceso a la tecnología necesaria.

Privacidad y seguridad de datos: La recopilación y el uso de datos de los estudiantes plantean preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad.

Transparencia y responsabilidad: Es necesario garantizar la transparencia y la responsabilidad en el desarrollo y la implementación de la IA en la educación.

Autonomía y agencia humana: La IA no debe reemplazar la autonomía y la agencia humana en el proceso educativo (González, 2022).

Estrategias para Abordar la Equidad, Privacidad y Otros Aspectos Éticos

Desarrollo responsable de la IA: Es necesario desarrollar la IA de forma responsable, teniendo en cuenta los principios éticos y los derechos humanos.

Marco regulatorio: Se necesita un marco regulatorio claro para la implementación de la IA en la educación.

Capacitación para docentes y estudiantes: Es fundamental capacitar a los docentes y estudiantes en el uso ético de la IA.

Participación de la comunidad educativa: Es importante que la comunidad educativa participe en la toma de decisiones sobre la implementación de la IA en la educación.

La IA tiene un enorme potencial para transformar la educación, pero es fundamental abordarla de manera

responsable y ética. Es necesario un esfuerzo conjunto de gobiernos, instituciones educativas, empresas tecnológicas y la sociedad civil para garantizar que la IA se utilice en la educación de una manera que beneficie a todos.

7. Formación Continua para Profesionales de la Educación

La Educación 5.0, por las características mencionadas, exige una formación continua para los profesionales de la educación que les permita integrar la **Inteligencia Artificial (IA)** de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

Propuesta de Programas de Desarrollo Profesional para Educadores

Los programas de desarrollo profesional para educadores en la era de la IA deben:

Desarrollar conocimientos básicos sobre IA: Conceptos clave, aplicaciones en educación y ética.

Fomentar habilidades para la selección e implementación de herramientas de IA: Plataformas de aprendizaje adaptativo, sistemas de tutoría inteligente, evaluación automatizada, etc.

Promover la creación de experiencias de aprendizaje personalizadas: Diseño de actividades y recursos con IA para atender las necesidades individuales de los estudiantes.

Cultivar la capacidad de análisis de datos: Interpretación de datos para la toma de decisiones pedagógicas.

Fortalecer la colaboración entre humanos y máquinas: Maximizar el potencial de la IA sin perder la esencia de la enseñanza humana.

Casos de Éxito en la Capacitación Docente en el Contexto de la Educación 5.0

Proyecto "Futuro de la Educación" del Tecnológico de Monterrey (México): Ofrece cursos en línea sobre IA y educación a través de una plataforma MOOC.

Programa "Innovación Educativa con IA" de la Universidad de Carnegie Mellon (Estados Unidos): Brinda formación a docentes en el uso de herramientas de IA para la enseñanza de matemáticas y ciencias.

Iniciativa "Escuelas Inteligentes" del Ministerio de Educación de España: Implementa proyectos piloto de IA en escuelas para explorar su impacto en el aprendizaje (Sánchez, 2023).

La formación continua en IA es crucial para que los educadores puedan aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la Educación 5.0. Los programas de desarrollo profesional deben enfocarse en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que permitan a los docentes integrar la IA de manera efectiva en sus prácticas, creando experiencias de aprendizaje personalizadas y de

alta calidad para todos los estudiantes.

8. Perspectivas Futuras y Tendencias Emergentes

La Educación 5.0 se encuentra en constante evolución y la Inteligencia Artificial (IA) juega un papel fundamental en esta transformación, impulsando nuevas tecnologías y enfoques que redefinen el paradigma educativo.

Explorando Nuevas Tecnologías y Enfoques

Realidad Aumentada y Virtual: Creación de experiencias inmersivas que permiten a los estudiantes interactuar con el contenido educativo de una manera más atractiva y memorable.

Blockchain: Asegurar la privacidad y seguridad de los datos educativos, al mismo tiempo que permite la creación de registros académicos inmutables y transparentes.

Metaverso: Brindar espacios virtuales de aprendizaje donde los estudiantes pueden interactuar entre sí y con el contenido educativo de una manera más natural y social.

Aprendizaje Automático: Personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante, adaptando el contenido, la dificultad y el ritmo de las actividades a sus necesidades específicas.

Neurociencia: Optimizar el proceso de aprendizaje al comprender mejor cómo funciona el cerebro humano (López, 2023).

Reflexión sobre el Papel Evolutivo de la IA en la Transformación Continua del Paradigma Educativo

La IA tiene el potencial de transformar la educación de manera profunda y permanente. Algunas de las áreas donde la IA tendrá un mayor impacto son:

Personalización del aprendizaje: La IA puede crear experiencias de aprendizaje personalizadas para cada estudiante, adaptándose a sus necesidades, intereses y estilos de aprendizaje.

Evaluación del aprendizaje: La IA puede automatizar la evaluación del aprendizaje, proporcionando retroalimentación precisa y oportuna a los estudiantes.

Acceso a la educación: La IA puede democratizar la educación, haciendo que sea más accesible para todos, independientemente de su ubicación o condición socioeconómica.

Desarrollo profesional docente: La IA puede ayudar a los profesores a mejorar sus habilidades y prácticas docentes.

La Educación 5.0 se encuentra en un estado de constante evolución, impulsada por la IA y otras tecnologías emergentes. El futuro de la educación será un espacio donde la IA y la humanidad colaborarán para crear experiencias de aprendizaje personalizadas, efectivas y accesibles para todos.

9. Conclusiones y Reflexiones Finales

La Educación 5.0, con la IA como aliada, abre las puertas a un futuro donde la personalización, la ubicuidad y la flexibilidad del aprendizaje son pilares fundamentales. La evaluación se transforma en un proceso innovador, más justo y objetivo, al mismo tiempo que la colaboración humano-artificial en el aula crea un espacio de aprendizaje dinámico y enriquecedor.

Sin embargo, es vital afrontar los desafíos ético-sociales que la IA presenta, como el sesgo, la equidad y la privacidad. La formación continua de los profesionales de la educación es crucial para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la IA.

Las nuevas tecnologías y enfoques, como la realidad aumentada, el blockchain y el aprendizaje automático, impulsarán la evolución de la educación. Los estudios de caso y las mejores prácticas nos brindan valiosas lecciones para avanzar en este camino.

La IA tiene el potencial de transformar la educación de forma profunda y permanente, democratizando el acceso al conocimiento y permitiendo que cada estudiante alcance su máximo potencial. Es responsabilidad de la comunidad educativa trabajar en conjunto para que la IA se implemente de manera responsable y ética, asegurando un futuro brillante para la educación.

Principales Puntos Tratados:

La Educación 5.0: Se caracteriza por la personalización, la ubicuidad y la flexibilidad del aprendizaje.

Inteligencia Artificial (IA): Un aliado invaluable para transformar las prácticas educativas tradicionales.

Evaluación Innovadora con IA: Automatización, personalización, equidad y objetividad.

Colaboración Humano-Artificial en el Aula: Modelos de colaboración entre profesores y sistemas inteligentes.

Desafíos Ético-Sociales: Sesgo, equidad, privacidad y otros aspectos éticos.

Formación Continua para Profesionales de la Educación: Programas de desarrollo profesional para integrar la IA.

Prospectiva a Futuro y Tendencias Emergentes: Realidad aumentada, blockchain, metaverso, aprendizaje automático y neurociencia.

Perspectiva sobre el Papel Continuo de la IA en la Evolución de la Educación:

La IA tiene un enorme potencial para transformar la educación de manera profunda y permanente. Algunas de las áreas donde la IA tendrá un mayor impacto son:

Personalización del aprendizaje: La IA puede crear experiencias de aprendizaje personalizadas para cada

estudiante, adaptándose a sus necesidades, intereses y estilos de aprendizaje.

Evaluación del aprendizaje: La IA puede automatizar la evaluación del aprendizaje, proporcionando retroalimentación precisa y oportuna a los estudiantes.

Acceso a la educación: La IA puede democratizar la educación, haciendo que sea más accesible para todos, independientemente de su ubicación o condición socioeconómica.

Desarrollo profesional docente: La IA puede ayudar a los profesores a mejorar sus habilidades y prácticas docentes.

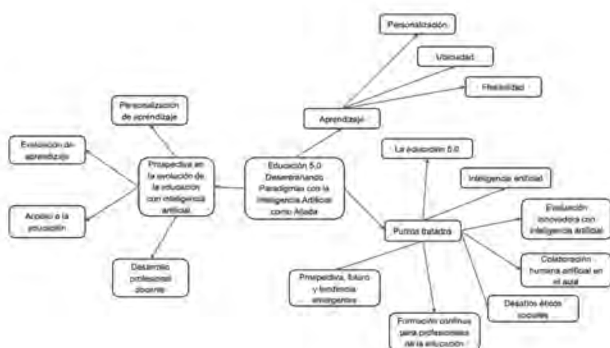


Figura 3. Lo aprendido

Ref. Elaboración propia

La Educación 5.0, impulsada por la IA, tiene el potencial de crear un futuro donde todos los estudiantes tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial. Es

importante que la comunidad educativa se involucre en el desarrollo e implementación de la IA de manera responsable y ética, para asegurar que se utiliza para el bien de todos.

Fuentes de información:

Carnegie Learning. (2023). Resultados de aprendizaje https://www.carnegielearning.com/why-cl/research/

García, A. (2022). La integración de la inteligencia artificial en la evaluación educativa: una mirada hacia la Educación 5.0. Revista Internacional de Tecnología en Educación, 8(3), 112-125

Gómez, A. (2022). Colaboración entre profesores y sistemas inteligentes: un enfoque hacia la personalización y la eficacia educativa. Revista de Innovación Educativa, 17(3), 112-125.

González, D. (2022). Dilemas ético-sociales en la implementación de la inteligencia artificial en la educación. Revista de Ética y Tecnología Educativa, 7(2), 89-102.

Hernández, M. (2021). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la evaluación educativa: beneficios y desafíos. Revista de Innovación Educativa, 16(4), 78-92.

Kearney, A. T. (2019). El impacto de DreamBox Learning en el rendimiento de los estudiantes.

López, E. (2023). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la evaluación educativa: perspectivas y desafíos. Revista Internacional de Tecnología en Educación, 9(2), 35-48.

Martínez, C. (2023). Potenciando las habilidades docentes

a través de la inteligencia artificial en el aula. Revista Internacional de Tecnología en Educación, 10(1), 45-58.

Maslow, A. H. (1954). Motivation and personality. New York: Harper.

Maslow A. H. (1954). Motivation and personality. New York: Harper.

Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children. New York: International Universities Press.

Pérez, J. (2020). Educación 5.0: Transformación digital en el aula del siglo XXI. Revista de Innovación Educativa, 15(2), 45-58.

Skinner, B. F. (1958). Reinforcement today. American Psychologist, 13(3), 94-99.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Sánchez, J. L. G., García, F. R. V., Parra, A. E. M., Calva, S. W. G., & Arévalo, B. M. B. (2023). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior. *Dominio de las Ciencias*, *9*(3), 1097-1108.

Skinner, B. F. (1958). Reinforcement today. American Psychologist, 13(3), 94-99.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

El presente libro es un producto de investigación transdisciplinar en torno a la relación entre la Semiótica y las Inteligencias Artificiales. Esta publicación es una de las labores realizadas en la red de colaboración entre personal académico de la Maestría en Ingeniería Aplicada en la Innovación Tecnológica (MIAIT) de la Universidad Tecnológica de Morelia (UTM) y el Doctorado Interinstitucional en Arte y Cultura (DIAC) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), red que busca cooperar en la generación de productos de investigación, docencia y vinculación con la finalidad de ampliar la capacidad de investigación de ambos programas educativos.

El presente libro es la materialización textual de diversos debates, controversias y reflexiones entre la Universidad Tecnológica de Morelia, la Facultad de Letras de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo e Investigadores Posdoctorales del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología [CONACYHT] en torno a la Inteligencia Artificial como un área de estudio de las Ciencias de la Computación, a los sistemas automatizados de funciones especializadas conocidas comúnmente como Inteligencias Artificiales, y su relación e impacto en la Cultura Visual Contemporánea.


978-607-69540-1-0

UTM